

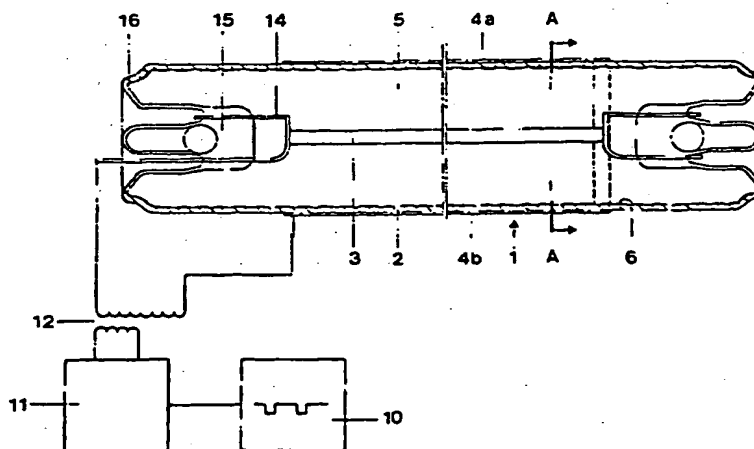


PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5: H01J 65/00, H05B 41/29		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/23442
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00380		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Oktober 1994 (13.10.94)	
(22) Internationales Anmeldedatum: 5. April 1994 (05.04.94)		(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, CZ, HU, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: P 43 11 197.1 5. April 1993 (05.04.93) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser CZ US): PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN MBH [DE/DE]; Hellabrunner Strasse 1, D-81543 München (DE).		H01J65/00 DKE	
(71)(72) Anmelder und Erfinder (nur für CZ US): VOLLKOMMER, Frank [DE/DE]; Neuriederstrasse 18, D-82131 Gauting (DE). HITZSCHKE, Lothar [DE/DE]; Arno-Assmann-Strasse 13, D-81739 München (DE).			

(54) Title: **PROCESS FOR OPERATING AN INCOHERENTLY EMITTING RADIATION SOURCE**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER INKOHÄRENT EMITTIERENDEN STRAHLUNGSQUELLE**



(57) Abstract

A process for operating an incoherently emitting radiation source, especially a discharge lamp, which emits u/v, i/r or visible radiation. The discharge is produced inside a discharge tube by means of a sequence of voltage pulses with dead intervals, making use of dielectrically inhibited electrodes on one or both sides. U/v generation efficiencies of 65 % and over are attained by the suitable choice of the filling, the electrode configuration, the sparking distance, the nature and thickness of the dielectrics, the time-dependent v ltag amplitudes, and the pulse and dead intervals.

(57) Zusammenfassung

Verfahren zum Betreiben einer inkohärent emittierenden Strahlungsquelle, insbesondere einer Entladungslampe, die UV-, IR- oder VIS-Strahlung aussendet. Die Entladung wird mittels einer Folge von Spannungspulsen, die durch Totzeiten unterbrochen sind, innerhalb eines Entladungsgefäßes erzeugt, wobei ein- oder zweiseitig dielektrisch behinderte Elektroden verwendet werden. Durch geeignete Wahl der Füllung, der Elektrodenkonfiguration, der Schlagweite, Art und Dicke der Dielektrika, der zeitabhängigen Spannungsamplituden, Puls- sowie Totzeiten werden Wirkungsgrade der UV-Erzeugung von 65 % und mehr erreicht.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan

Verfahren zum Betreiben einer inkohärent emittierenden Strahlungsquelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer inkohärent emittierenden Strahlungsquelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Als Strahlungserzeugungsmechanismus dient eine Entladung, die innerhalb eines Entladungsgefäßes erzeugt wird, wobei zwischen mindestens einer Elektrode und der Entladung eine
5 dielektrische Schicht angeordnet ist, weshalb dieser Entladungstyp auch stille oder dielektrisch behinderte Entladung oder Barrierenentladung genannt wird. Unter inkohärent emittierenden Strahlungsquellen sind UV- und IR-Strahler sowie Entladungslampen, die insbesondere sichtbares Licht abstrahlen, zu verstehen. Die Erfindung eignet sich sowohl für Niederdruck- als auch für Hochdruck-Gasfüllungen und alle
10 Gasdrücke, die innerhalb des Bereiches zwischen Nieder- und Hochdruck liegen.

Die Anregung solcher Entladungen erfolgt üblicherweise mit Hilfe einer Wechselspannung, wie dies beispielsweise in den Offenlegungsschriften DE 40 22 279 und DE 42 03 594 und in der Patentschrift US 5 117 160 offenbart ist. Die Anregungs-
15 frequenz wird dort im Bereich zwischen der Frequenz des technischen Wechselstroms und einigen MHz (DE 40 22 279) bzw. zwischen 20 und 100 kHz (US 5 117 160) gewählt.

Der Nachteil dieser Betriebsart ist, daß die gewünschte Strahlungsausbeuten bei
20 technisch relevanten Leistungsdichten relativ gering sind. Typische UV-Wirkungsgrade betragen zwischen 10 % bei Flächenleistungsdichten von 1 kW/m^2 und 15 % bei 10 W/m^2 , siehe 3. Tagung des Arbeitskreises UV und IR am Lichttechnischen Institut der Universität Karlsruhe, vom 07.10.1992 und "Dielectric Barrier Discharges: An Unusual Light Source", M. Neiger, LTI, Universität Karlsruhe, 6th International Symposium on The Science And Technology of Light Sources, Budapest,
25 1992.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Effizienz der gewünschten Strahlungserzeugung wesentlich zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen erläutert:

5 Der Grundgedanke der Erfindung beruht darauf, daß eine dielektrisch behinderte Entladung repetitiv gepulst betrieben wird, so daß die aufeinander folgenden elektrischen Energieeinkopplungen selbst bei hohen Leistungsdichten in der Einzelentladung definiert durch Zeitspannen T_{0n} - im folgenden als "Totzeiten" bezeichnet - unterbrochen sind. Die Dauern der einzelnen Zeitspannen ergeben sich aus den For-
10 derungen, daß die Einkopplung der Energie oder genauer gesagt, die der Wirkleistung, im wesentlichen beendet wird, sobald die Einkopplung weiterer elektrischer Energie eine weniger effiziente Umwandlung in die gewünschte Strahlung zur Folge hat, bzw. daß die "Totzeit" beendet wird, sobald die Gasfüllung wieder soweit relaxiert ist, um erneut zur effizienten Emission der gewünschten Strahlung angeregt
15 werden zu können, so daß im zeitlichen Mittel die Strahlungseffizienz optimiert wird. Auf diese Weise lassen sich Wirkungsgrade von beispielsweise 65 % und mehr für die Konversion elektrischer Energie in UV-Strahlung erzielen, was eine vielfache Steigerung gegenüber der konventionell betriebenen, dielektrisch behinderten Entladung darstellt.

20

Im Normalfall handelt es sich dabei um eine Folge von gleichen oder lediglich polaritätswechselnden Spannungspulsen, wobei die Gesamtzahl n der Spannungspulse prinzipiell nicht beschränkt ist. Es ist jedoch für Spezialfälle auch eine Folge von regelmäßig sich verändernden Spannungspulsen verwendbar. Schließlich kann
25 die Pulsfolge auch völlig unregelmäßig sein (z.B. bei Effektbeleuchtung, wobei mehrere Pulse so zu einem Bündel zusammengefaßt werden, daß ein für das menschliche Auge erkennbarer Lichteffect entsteht).

30 Während der Pulszeiten T_{p_n} wird zwischen den Elektroden ein Spannungspuls $U_{p_n}(t)$ angelegt, wobei Wirkleistung eingekoppelt wird. Sein zeitlicher Verlauf ist nicht prinzipiell festgelegt, er kann aus verschiedenen Formen ausgewählt werden, wie z.B.:

a) unipolare Formen, d.h. die Spannungen wechseln ihre Vorzeichen während der Pulszeiten T_{p_n} nicht. Hierunter fallen u.a. trapezförmige, dreieckförmige, bogenförmig gekrümmte Spannungspulse, insbesondere parabelförmige Spannungspulse und sinusförmige Halbwellen, wobei sowohl positive als auch negative
35

Werte geeignet sind (siehe Fig. 6a, in der beispielhaft nur negative Werte dargestellt sind),

- 5 b) bipolare Formen, d.h. die Spannungen wechseln ihre Vorzeichen während der Pulszeiten T_{Pn} , wobei die Formen sowohl mit einem positiven als auch mit einem negativen Vorzeichen beginnen können. Beispiele hierfür sind beide Halbwellen eines Sinus, zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Dreiecke entgegengesetzten Vorzeichens, zwei unmittelbar aufeinander folgende "Rechtecke" oder Trapeze entgegengesetzten Vorzeichens wobei die Flanken unterschiedliche Anstiegs- bzw. Abfallzeiten haben können (siehe Fig. 6b), sowie
- 10 c) die zeitliche Folge von einigen (bevorzugt zwei oder drei) Elementen aus a und b, wobei die Spannungen $U_{Pn}(t)$ unterschiedlichste Werte annehmen können, insbesondere kurzzeitig auch den Wert 0, so daß einzelne Elemente auch durch Zeitbereiche in denen die Spannung den Wert 0 hat getrennt sein können (siehe Fig. 6c). Insbesondere können sich die einzelnen Elemente wiederholen.
- 15 In den Figuren 6a-c ist exemplarisch nur eine Auswahl möglicher Spannungsformen dargestellt. Darüber hinaus ist eine große Zahl weiterer Formen denkbar. Insbesondere haben elektrische Signale in der Praxis immer endliche Anstiegs- und Abfallzeiten, Über- und Unterschwinger, was in den Figuren 6a-c nicht dargestellt ist.
- 20 An die Spannungsform während der Totzeiten T_{On} wird die Forderung gestellt, daß die Spannung $U_{On}(t)$ so gewählt ist, daß im wesentlichen keine Wirkleistungseinkopplung erfolgt. Entsprechend niedrige Spannungswerte, die kleiner als die Wiederzündspannung sind, können längere Zeiten andauern, ggf. die gesamte Totzeit T_{On} . Dabei wird nicht ausgeschlossen, daß kurzzeitig, d.h. wesentlich kürzer als die
- 25 Pulszeit T_{Pn} , auch Spannungsspitzen während der Totzeit auftreten.

Typische Absolutwerte für U_{Pn} sind einige kV. U_{On} liegt bevorzugt in der Nähe von 0 V. Die Werte von T_{Pn} und T_{On} liegen typisch im μ s-Bereich, wobei normalerweise T_{Pn} deutlich kürzer als T_{On} ist.

30

Das erfindungsgemäße Betriebsregime für die Entladung wird im wesentlichen durch eine geeignete Wahl der Anregungsparameter T_{Pn} , T_{On} und der Spannungsamplitude U_{Pn} erzielt, wobei diese Größen für einen besonders effizienten Betrieb geeignet aufeinander abgestimmt werden. Daneben spielt auch die Pulsform eine Rolle.

35

Im Einzelfall hängen die für die drei Anregungsparameter T_{Pn} , T_{On} und $U_{Pn}(t)$ zu wählenden Werte von der Entladungsgeometrie, der Art der Gasfüllung und dem Gasdruck sowie der Elektrodenkonfiguration und von der Art und Dicke der dielektrischen Schicht ab. Befindet sich die Entladung im erfindungsgemäßen Betriebsregime, nimmt die Ausbeute der gewünschten Strahlung ein Optimum an.

Die Raten der für vorgegebene Lampenfüllungen in der Entladung stattfindenden Stoßprozesse und folglich auch die der Strahlungserzeugung werden im wesentlichen durch die Elektronendichte n_e und die Energieverteilung der Elektronen bestimmt. Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren ermöglicht es, diese zeitabhängigen Größen mittels entsprechender Wahl von T_{Pn} , T_{On} und der Spannungsamplitude U_{Pn} bzw. der Pulsform für die Strahlungserzeugung optimal einzustellen.

Im Vergleich zum Wechselspannungsbetrieb benützt die Erfindung bewußt einen zusätzlichen Parameter, die "Totzeit" T_0 , mit dem erstmals selbst bei hohen Leistungsdichten gezielt Einfluß auf den zeitlichen und räumlichen Verlauf der Ladungsträgerdichte sowie die Energieverteilungsfunktion genommen werden kann. Beim Stand der Technik, bei dem Wechselspannung verwendet wird, ist eine gezielte Einflußnahme auf diese Größen nur sehr begrenzt über die Frequenz möglich. Erst die vorliegende Erfindung ermöglicht es, den Wirkungsgrad von dielektrisch behinderten Entladungen mit technisch interessanten Leistungsdichten gezielt soweit zu steigern, daß Alternativen zu konventionellen Strahlungsquellen gegeben sind.

Das erfindungsgemäße Betriebsregime läßt sich daran erkennen, daß zwischen den Elektroden statt unterschiedlich ausgebildeter, typisch faden- oder schraubenförmiger Entladungsstrukturen eine Vielzahl gleichartiger, in Draufsicht, also senkrecht zur Entladung, delta- ähnliche Entladungsstrukturen auftreten, die sich jeweils in Richtung (momentaner) Anode verbreitern. Da diese Entladungsstrukturen bevorzugt mit Wiederholfrequenzen im kHz-Bereich erzeugt werden, nimmt der Betrachter nur eine der zeitlichen Auflösung des menschlichen Auges entsprechende "mittlere" Entladungsstruktur wahr, ähnlich wie sie die fotografische Darstellung in Figur 9a zeigt. Im Fall wechselnder Polarität der Spannungspulse einer zweiseitig dielektrisch behinderten Entladung erscheint visuell eine Überlagerung zweier deltaförmiger Strukturen. Stehen sich beispielsweise zwei längliche Elektroden, die ein oder zweiseitig dielektrisch behindert sein können, parallel gegenüber, so erscheinen die einzelnen Entladungsstrukturen transversal zu den länglichen Elektroden orientiert,

nebeneinander aufgereiht (s. Figuren 9a,b). Bei geeigneter Wahl der Parameter, beispielsweise bei geeignet niedrigem Druck, läßt sich erreichen, daß die Aneinanderreihung der Einzelstrukturen zu einer einzigen, diffus erscheinenden Entladung führt. Die Entladungsstrukturen können z.B. in transparenten Lampenkolben direkt beobachtet werden.

Ein bemerkenswerter Vorteil der Erfindung liegt in der besonderen Stabilität der einzelnen Entladungsstruktur gegenüber einer Veränderung der in das Entladungsgefäß eingekoppelten elektrischen Leistungsdichte. Wird die Amplitude U_{p_n} der Spannungspulse erhöht, ändern die einzelnen Entladungsstrukturen ihre prinzipielle Form nicht. Es entstehen nach Überschreiten eines Schwellwertes aus einer der Entladungsstrukturen weitere ähnliche Strukturen. Eine Erhöhung der eingekoppelten elektrischen Leistung durch Erhöhen der Amplitude der Spannungspulse führt also im wesentlichen zu einer Erhöhung der Anzahl der beschriebenen einzelnen Entladungsstrukturen, wobei die Qualität dieser Strukturen, insbesondere ihr äußeres Erscheinungsbild und ihre effizienten Strahlungseigenschaften, unverändert bleibt.

Dieses Verhalten ermöglicht es erstmals, die in ein vorgegebenes Entladungsvolumen einkoppelbare elektrische Leistung sinnvoll weiter zu steigern, indem mehr als zwei Elektroden verwendet werden, die das Entladungsvolumen optimal ausnutzen. Beispielsweise können einer zentrisch innerhalb des Entladungsgefäßes angeordneten Innenelektrode mehrere Außenelektroden symmetrisch auf der Außenwand des Entladungsgefäßes angeordnet gegenübergestellt werden. Mit der Anzahl der Außenelektroden läßt sich somit die aus dem Volumen des Entladungsgefäßes maximal extrahierbare Strahlungsleistung erhöhen, da die Entladungsstrukturen, von der zentrischen Innenelektrode ausgehend, in die Richtungen der jeweiligen Außenelektroden brennen und somit bei entsprechender Leistungseinkopplung das Volumen des Entladungsgefäßes zunehmend ausfüllen.

Neben dieser Möglichkeit liegt bei achsparalleler Anordnung der Elektroden ein weiterer Vorteil darin, daß sich die elektrische Leistung und der Lichtstrom proportional zur Länge des Entladungsgefäßes ändert. Da in diesem Fall das elektrische Feld im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Entladungsgefäßes steht, kann die Länge des Entladungsgefäßes nahezu beliebig vergrößert werden, ohne daß die erforderliche Zündspannung, wie beispielsweise bei einer konventionellen röhrenförmigen Entladungslampe üblich, entsprechend ansteigt. Für eine Leistungsangabe

muß somit bei dieser Art von Entladung sowohl das Volumen des Entladungsgefäßes als auch die Anzahl der Elektroden bzw. der Ebenen, in denen die Entladungsstrukturen brennen, berücksichtigt werden. Bei einer röhrenförmigen Lampe mit 50 cm Länge, 24 mm Durchmesser und Xenon als Füllgas können pro "Entladungsebene" typisch 15 W elektrische Wirkleistung eingekoppelt werden.

Werden T_{Pn} und/oder T_{On} und/oder $U_{Pn}(t)$ nicht geeignet gewählt, so treten stochastisch ein oder mehrere zum Gasraum scharf abgegrenzte, dünne und hell leuchtende "Entladungsfäden" auf. Sie können sich auf Kosten der erfindungsgemäßen Entladungsstrukturen über weite Bereiche innerhalb des Entladungsgefäßes erstrecken, wie aus der fotografischen Darstellung in Figur 10b zu ersehen ist. Diese "Entladungsfäden" unterscheiden sich somit visuell sowohl in ihrer Form als auch in ihrer spektralen Strahlungsverteilung deutlich von der Entladungsform des erfindungsgemäßen Betriebsregimes und sind unerwünscht, da sie den Stromtransport innerhalb kleiner Querschnittsflächen konzentrieren, wodurch sich erhöhte Ladungsträgerdichten verbunden unter anderem mit erhöhten Quenchraten ergeben und folglich die Effizienz der Erzeugung der gewünschten Strahlung abnimmt.

Aus dieser Phänomenologie läßt sich eine allgemeine Vorschrift zum Erreichen der für die erfindungsgemäße Betriebsweise geeigneten Werte für $U_{Pn}(t)$, T_{Pn} und T_{On} ableiten. Nach dem Zünden der Entladung ist $U_{Pn}(t)$, T_{Pn} und T_{On} so zu wählen, daß die gewünschte elektrische Leistung im erfindungsgemäßen Betriebsregime eingekoppelt wird, d.h. die oben beschriebenen Entladungsstrukturen sichtbar sind. Überraschenderweise hat sich nämlich herausgestellt, daß gerade beim Vorhandensein dieser Entladungsstrukturen die Elektronendichte sowie die Energieverteilungsfunktion der Elektronen Werte annehmen, die die Verlustprozesse minimieren.

Jeder der oben genannten drei Betriebsparameter beeinflusst sowohl die zeitliche und räumliche Struktur der Ladungsträgerdichten als auch die Energieverteilungsfunktion der Elektronen. Da deren jeweilige Einflüsse auf die genannten Größen unterschiedlich stark sind, legt die Wahl eines Parameters einen groben Wertebereich der restlichen Parameter zur Erzielung des effizienten Entladungsmodus fest.

Typische Werte für die Amplitude U_{Pn} der Spannungspulse liegen im Bereich zwischen ca. 0,01 und 2 V pro cm Schlagweite und Pascal Fülldruck, die Pulszeiten T_{Pn} und die Totzeiten T_{On} liegen in der Größenordnung von ca. 1 ns bis 50 ns bzw. von

- 7 -

ca. 500 ns bis 1 ms. Für die erfindungsgemäße Betriebsweise liegt der Betriebsdruck vorteilhaft zwischen 100 Pa und 3 MPa. Im Mitteldruckbereich (z.B. 10 kPa) bedeutet dies bevorzugt eine Amplituden U_{Pn} der Spannungspulse im Bereich zwischen 100 V und 20 kV pro cm Schlagweite. Im Hochdruckbereich (z.B. 1 MPa) bedeutet dies bevorzugt eine Amplitude U_{Pn} der Spannungspulse im Bereich zwischen 10 kV und 200 kV pro cm Schlagweite.

Aus Gründen der elektrischen Sicherheit werden die Außenelektroden bevorzugt mit Massepotential verbunden und die Innenelektrode mit der Hochspannung. Dadurch ist ein weitgehender Berührungsschutz spannungsführender Teile möglich. Das Entladungsgefäß, inklusive Elektroden, kann auch innerhalb eines Hüllkolbens angeordnet sein. Dadurch ist ein Berührungsschutz auch dann gegeben, wenn die Außenelektrode(n) nicht mit Massepotential verbunden ist (sind). Als leitendes Elektrodenmaterial können alle stromtragfähigen Materialien, also auch Elektrolyte verwendet werden.

Für die einseitig dielektrisch behinderte Entladung - d.h. mindestens eine dielektrisch unbehinderte Elektrode befindet sich innerhalb des Entladungsgefäßes, im Gasraum - ist darüber hinaus zwingend, daß diese Innenelektrode zu Beginn der Pulszeit eine negative Polarität gegenüber der dielektrisch behinderten Elektrode (innerhalb oder außerhalb des Entladungsgefäßes) erhält (von möglichen positiven nadelförmigen und in Hinblick auf die Leistungseinkopplung unwesentlichen Vorpulsen abgesehen). Danach kann die Polarität während der Pulszeit wechseln.

Die erfindungsgemäße Betriebsweise ist auch für zweiseitig dielektrisch behinderte Entladungen (sämtliche Elektroden sind von der Entladung durch ein Dielektrikum getrennt, wobei dieses auch das Entladungsgefäß selbst sein kann) geeignet, ohne daß diese prinzipiell geändert werden müßte oder ihre vorteilhafte Wirkung verlorenginge. Im Falle, daß alle Elektroden dielektrisch behindert sind, spielt die zeitliche Reihenfolge der Polarität und sie selbst keine Rolle.

Prinzipiell können sich die Elektroden sowohl sämtlich außerhalb des Gasraums, z.B. auf der äußeren Oberfläche des Entladungsgefäßes, oder eine gewisse Anzahl von ihnen außerhalb und eine gewisse Anzahl innerhalb, wie auch alle innerhalb des Entladungsgefäßes, im Gasraum, befinden. Im letzten Fall ist es notwendig, daß

mindestens eine davon mit einem Dielektrikum überzogen ist und dabei eine bezüglich der restlichen Elektroden gegensätzliche Polarität erhält.

Insbesondere für den Fall, daß sich aggressive Medien innerhalb des Entladungsgefäßes befinden, ist es vorteilhaft, wenn keine der Elektroden direkten Kontakt mit dem Medium hat, da so eine Korrosion der Innenelektrode(n) wirkungsvoll verhindert werden kann. Das kann erreicht werden, indem entweder alle Elektroden außerhalb des Entladungsgefäßes angeordnet sind oder die im Entladungsgefäß befindlichen mit einer dielektrischen Schicht umgeben sind.

10

Bei der Erfindung wird auf großflächige Elektroden verzichtet.

Die Abschattung der Strahlung durch die Elektroden ist sehr gering. Für die dielektrisch behinderte Elektroden ist das Verhältnis der mit dem Dielektrikum in Kontakt stehender Elektrodenfläche zum Umfang dieser Elektrodenfläche vorzugsweise möglichst klein. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die dielektrisch behinderte Elektroden als schmale auf die Außenwand des Entladungsgefäß aufgebraachte Streifen ausgeführt. Geeignet sind auch gitterartige Außenelektroden, beispielsweise Gitternetze, Lochbleche o.ä.. Um das Volumen des Entladungsgefäßes optimal nutzen zu können, weist die Innenelektrode vorzugsweise eine in Richtung der Entladung möglichst geringe Ausdehnung auf. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Innenelektrode als Stab ausgeführt.

20

Die ein- bzw. zweiseitig behinderte Entladung erlaubt die Realisierung einer Vielzahl möglicher Entladungsgefäßgeometrien, insbesondere auch all jene, die bei konventionell betriebenen dielektrisch behinderten Entladungen beispielsweise in EP-A 0 385 205, EP-PS 0 312 732, EP-A 0 482 230, EP-A 0 363 832, EP-A 0 458 140, EP-A 0 449 018 und EP-A 0 489 184 offenbart sind.

25

In Entladungsgefäßen mit kleinem Querschnitt sollten bevorzugt die Elektroden so angeordnet werden, daß der Abstand zwischen den entsprechenden Anoden und Kathoden möglichst groß wird. Zum Beispiel wird für zylindrische Entladungsgefäße mit kleinem Querschnitt die Innenelektrode bevorzugt azentrisch innerhalb des Entladungsgefäßes angeordnet und die Außenelektrode diametral gegenüberliegend auf der Außenwand fixiert. Die Verlängerung des Entladungsweges kann durch Gliederung der Elektroden zusätzlich unterstützt werden. Dazu weisen Innen- und Außenelektrode abwechselnd zwei unterschiedliche Bereiche auf, innerhalb derer die Ent-

30

35

ladung ansetzt bzw. unterdrückt wird. Die Elektroden werden dann so angeordnet, daß sich jeweils zwei unterschiedliche Bereiche gegenüberstehen. Dadurch werden radiale Entladungsstrukturen unterdrückt. Die Entladung brennt vielmehr schräg zum nächsten benachbarten Bereich der Gegenelektrode. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß die Elektroden abwechselnd Bereiche mit zusätzlicher dielektrischer Schicht aufweisen.

Bei größeren Querschnitten wird die Innenelektrode bevorzugt zentrisch innerhalb des Entladungsgefäßes angeordnet, wobei vorteilhaft mehrere Außenelektroden auf der Außenwand fixiert sind, symmetrisch über den Umfang verteilt.

Die Form des Entladungsgefäßes ist prinzipiell nicht zwingend vorgegeben. Je nach Anwendungszweck müssen die Gefäßwände aus Materialien bestehen, die für die gewünschte Strahlung - zumindest innerhalb einer Apertur - die notwendige Transparenz aufweisen. Als dielektrische Barrieren eignen sich für die verwendete Hochspannung durchschlagfeste, elektrisch isolierende Materialien (Dielektrika), wie z.B. Borosilikatgläser - beispielsweise DURAN® (Fa. Schott) -, Quarzglas, Al_2O_3 , MgF_2 , LiF , BaTiO_3 , usw. Durch Art und Dicke des Dielektrikums kann die Entladungsstruktur beeinflußt werden. Insbesondere ausreichend dicke Dielektrika mit geeignet niedriger relativer Dielektrizitätskonstante sind geeignet die Ausbildung der erfindungsgemäßen Entladungsstrukturen mit vergleichsweise niedrigen Elektronendichten zu unterstützen, d.h. die Ausbildung unerwünschter Entladungsstrukturen mit hohen Elektronendichten und Stromdichten zu vermeiden. Vereinfachend gesagt resultiert dies einerseits daraus, daß der durch eine Verschiebungsstromdichte verursachte lokale Spannungsabfall über dem Dielektrikum proportional zu dessen Dicke und umgekehrt proportional zu dessen Dielektrizitätskonstanten ist. Andererseits wirkt der Spannungsabfall am Dielektrikum einem Anwachsen der Stromdichte entgegen.

Die spektrale Zusammensetzung der Strahlung hängt im wesentlichen von der Gasfüllung ab und kann beispielsweise im sichtbaren, im IR- oder im UV-Bereich liegen. Als Gasfüllung eignen sich prinzipiell alle Füllungen, die für konventionell betriebene dielektrisch behinderte Entladungen verwendet werden können und beispielsweise in den Schriften DE-OS 40 22 279, EP-A 0 449 018, EP-A 0 254 111, EP-A 0 324 953 und EP-A 0 312 732. offenbart sind, sowie Füllungen, die bereits in Excimer- bzw. Exciplexlasern verwendet wurden (z.B.: I.S. Lakoba and

S.I. Yakovlenko, "Active media of exciplex lasers (review)", Sov. J. Quantum Electron. 10(4), April 1980, pp.389 sowie Ch.K. Rhodes, Ed., "Excimer Lasers", Springer, 1984). Dazu gehören u.a. Edelgase und deren Mischungen, Mischungen von Edelgasen mit Halogenen oder Halogenverbindungen, Metaldämpfe und deren Mischungen, Mischungen von Edelgasen mit Metaldämpfen, Mischungen von Edelgasen mit Metaldämpfen und Halogenen oder Halogenverbindungen, außerdem einzelne oder Kombinationen folgender Elemente, die auch den vorgenannten Füllungen zugesetzt sein können: Wasserstoff, Deuterium, Sauerstoff, Stickstoff, Stickoxide, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefel, Arsen, Selen und Phosphor. Insbesondere die aufgrund der erfindungsgemäßen Betriebsweise sehr effiziente UV-Erzeugung in Excimer-Entladungen eröffnet das weite Anwendungsfeld der UV-Hochleistungsstrahler, das beispielsweise in der EP-A 0 482 230 erwähnt ist. Dazu gehören unter anderem photochemische Prozesse, wie das Härten von Lacken, das Verändern von Oberflächen, das Entkeimen von Trinkwasser o.ä. und der Abbau von Schadstoffen in der Umwelttechnik durch UV-Strahlung. Insbesondere für letztgenannte Einsatzbereiche kann es vorteilhaft sein, die Entladung in unmittelbare Nähe des zu bestrahlenden Mediums zu bringen, d.h. auf ein hermetisch abgeschlossenes Entladungsgefäß zu verzichten, um eine Abschwächung des kurzwelligen Anteils der Strahlung durch die Gefäßwände zu vermeiden. Insbesondere bei der Erzeugung von UV- bzw. VUV-Strahlung zeigt sich ein weiterer entscheidender Vorteil, der mittels der erfindungsgemäßen Betriebsweise erzielbaren hohen UV-Ausbeuten: im Gegensatz zu UV- bzw. VUV-Strahlern vergleichbarer Strahldichten gemäß dem Stand der Technik kann auf eine Kühlung durch Wasser verzichtet werden. Eine andere bevorzugte Anwendung ist die Beleuchtung, indem die UV-Strahlung mittels geeigneter Leuchtstoffe in den sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums konvertiert wird.

Weitere Vorteile der Erfindung sind: es ist keine äußere Strombegrenzung erforderlich, die Lampe ist dimmbar, der Parallelbetrieb mehrerer Lampen ist an nur einer Spannungsversorgung möglich, und es wird eine hohe Effizienz der Strahlungserzeugung bei gleichzeitig in der Lichttechnik erforderlichen Leistungsdichten erzielt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Entladungsgefäß mit einer Leuchtstoffschicht versehen, um das bei der Entladung erzeugte Licht in besonders geeignete Spektralbereiche zu transferieren. Eine Leuchtstoffbeschichtung läßt sich sowohl bei Niederdruck- als auch bei Hochdrucklampen einsetzen. Es kön-

nen hierbei an sich bekannte Leuchtstoffe bzw. Mischungen verwendet werden. Besonders gut bewährt hat sich für Leuchtstofflampen eine Kombination aus blau, grün und rot emittierenden Leuchtstoffen. Ein geeigneter blauer Leuchtstoff ist insbesondere das mit zweiwertigem Europium aktivierte Bariummagnesiumaluminat (BaMgAl₁₀O₁₇: Eu²⁺). Als Grünkomponente können insbesondere terbium- oder manganaktivierte Leuchtstoffe verwendet werden. Beispiele sind terbiumaktiviertes Yttriumoxidsilikat (Y₂SiO₅: Tb) oder Lanthanphosphat (LaPO₄: Tb) bzw. mit zweiwertigem Mangan aktiviertes Zinksilikat (Zn₂SiO₄: Mn) oder Magnesiumaluminat (MgAl₂O₄: Mn). Vorteilhafte Rotkomponenten finden sich unter den mit dreiwertigem Europium aktivierten Leuchtstoffen, wie z.B. Yttriumoxid (Y₂O₃: Eu³⁺) oder den Boraten des Yttrium und/oder Gadolinium. Im einzelnen handelt es sich dabei um YBO₃: Eu³⁺, GdBO₃: Eu³⁺ und das gemischte Borat (Gd,Y)BO₃: Eu³⁺.

Für Lampen warmer Lichtfarbe kann - entsprechend der bei üblichen Leuchtstofflampen vorbekannten Vorgehensweise - der Anteil der Blaukomponente vermindert oder ggf. ganz weggelassen werden.

Für Lampen mit speziellen Farbwiedergabeeigenschaften eignen sich Komponenten, die im blaugrünen Spektralbereich emittieren, z.B. Leuchtstoffe die mit zweiwertigem Europium aktiviert sind. Für diese Anwendung ist Strontiumborophosphat Sr₆BP₅O₂₀: Eu²⁺ zu bevorzugen.

Die Erfindung schafft insbesondere einen Durchbruch auf dem Gebiet der Leuchtstofflampen. Erstmals ist es gelungen, bei der Füllung auf Quecksilber zu verzichten und trotzdem innere UV-Wirkungsgrade zu erzielen, die denen von konventionellen Leuchtstofflampen entsprechen. Im Vergleich zu konventionellen Leuchtstofflampen ergeben sich dadurch noch folgende zusätzliche Vorteile. Ein problemloser Kaltstart ist möglich, ohne daß ein Einfluß der Umgebungstemperatur auf den Lichtstrom und ohne daß Kolbenschwärzung auftritt. Ferner sind keine die Lebensdauer begrenzenden Elektroden (z.B. Glühkathoden mit Emitterpaste), keine Schwermetalle und keine radioaktive Bauteile (Glimmzünder) erforderlich. Im Unterschied zu Glühlampen und Entladungslampen mit Glühkathoden wird außerdem die Strahlung ohne nennenswerte Verzögerung emittiert, unmittelbar nach dem Anlegen der Betriebsspannung an die Elektroden (Verzögerung des Leuchtens der reinen Entladung: ca.

einer Glühlampe im Bereich um ca. 200 ms.). Dies ist insbesondere für einen Einsatz in Lichtzeichenanlagen, Verkehrs- und Signalbeleuchtungen von Vorteil.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen, stark schematisiert,

- Fig. 1 die teilweise geschnittene Längsansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Entladungslampe in Stabform, die nach dem neuen Verfahren betrieben werden kann,
- Fig. 2a den Querschnitt entlang A-A der in Fig. 1 gezeigten Entladungslampe,
- Fig. 2b den Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Entladungslampe,
- Fig. 2c den Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Entladungslampe,
- Fig. 3a eine schematische Darstellung der erfindungsgemäß bevorzugten Form der Spannung zwischen Kathode und Anode der in Fig. 1 gezeigten einseitig, dielektrisch behinderten Entladungslampe,
- Fig. 3b eine schematische Darstellung einer Form der Spannung, die nur für den erfindungsgemäßen Betrieb beidseitig, dielektrisch behinderter Entladungslampen verwendet werden kann,
- Fig. 4a die teilweise geschnittene Draufsicht einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Entladungslampe in Form eines Flächenstrahlers, die nach dem neuen Verfahren betrieben werden kann,
- Fig. 4b den Querschnitt der in Fig. 4a gezeigten Entladungslampe,
- Fig. 5a die Seitenansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Entladungslampe in Form einer konventionellen Lampe mit Edison-Schraubsockel, die nach dem neuen Verfahren betrieben werden kann,

- Fig. 5b den Querschnitt entlang A-A der in Fig. 5a gezeigten Entladungslampe,
- Fig. 6a eine schematische Darstellung einiger unipolarer Formen erfindungsge-
müßer Spannungspulse $U_p(t)$ mit negativen Werten,
- Fig. 6b eine schematische Darstellung einiger bipolarer Formen erfindungsge-
müßer Spannungspulse $U_p(t)$,
- Fig. 6c eine schematische Darstellung einiger erfindungsgemüßer Formen von
Spannungspulsen $U_p(t)$, erzeugt durch Kombination einzelner Elemente
aus Fig. 6a und 6b,
- Fig. 7 gemessene Zeitverläufe von Spannung $U(t)$, Strom $I(t)$ und Leistung
 $P(t) = U(t) \cdot I(t)$ gemäß der erfindungsgemüßen Betriebsweise (173 hPa
Xe, Pulsfrequenz: 25 kHz),
- Fig. 8 Darstellung entsprechend Figur 8, aber geänderte Zeitachse,
- Fig. 9a,b fotografische Darstellungen erfindungsgemüßer Entladungsstrukturen,
- Fig. 10a-d fotografische Darstellungen des Übergangs zu unerwünschten Ent-
ladungsstrukturen.
- Anhand von Fig. 1 läßt sich die Erfindung in einer besonders einfachen Ausführungs-
form erläutern. Gezeigt ist eine Mitteldruck-Entladungslampe 1 in teilweise ge-
schnittener Längsansicht, die mit Xenon bei einem Druck von 200 hPa gefüllt ist.
Innerhalb des eine Längsachse definierenden zylindrischen Entladungsgefäßes 2 aus
Glas mit einer Länge von 590 mm, einem Durchmesser von 24 mm und einer
Wanddicke von 0,8 mm befindet sich eine achsparallele Innenelektrode 3 in Gestalt
eines Edelstahlstabs mit 2,2 mm Durchmesser. Außerhalb des Entladungsgefäßes 2
befindet sich eine Außenelektrode, die aus zwei 2 mm breiten Streifen 4a,b aus
Leitsilber besteht, die achsparallel angeordnet und mit der Spannungsversorgung
leitend verbunden sind. Die einzelnen Leitsilberstreifen 4a,b können, wie in vorlie-
gendem Ausführungsbeispiel gezeigt, durch einen Metallring miteinander verbunden
und gemeinsam mit der Versorgungsspannung kontaktiert sein. Dabei ist darauf zu

achten, daß der Metallring ausreichend schmal geformt ist, um die Entladung nicht zu stören. In einer Variante können die Leitsilberstreifen 4a,b auch separat mit der Versorgungsspannung verbunden sein. Die Innenelektrode 3 ist mit einer bügel-
förmigen Stromzuführung 14 elektrisch leitend kontaktiert. Die Stromzuführung 14
5 ist über eine Quetschung 15 nach Außen geführt, die mittels einer Tellereinschmel-
zung 16 mit dem Entladungsgefäß 2 gasdicht verbunden ist.

In einer Variante dieses Ausführungsbeispiels weist das Entladungsgefäß im Bereich
des Metallrings einen vergrößerten Durchmesser, z.B. in Form eines Wulstes auf.
10 Dadurch wird das Entstehen störender parasitärer Entladungen in diesem Bereich
unterbunden. In einer besonders bevorzugten Variante obiger Ausführungsform ist
die stabförmige Innenelektrode nur an einem Ende mit der ersten Tellereinschmel-
zung starr verbunden. Das andere freie Ende ist in einer zylindrischen, zentrisch
axial an der zweiten Tellereinschmelzung befestigten Hülse - ähnlich einer Spielpas-
15 sung - lose geführt. Dies hat den Vorteil, daß sich die Innenelektrode bei Erwär-
mung, z.B. im Dauerbetrieb bei hohen elektrischen Leistungen, ungehindert in
Achsrichtung ausdehnen kann. Andernfalls können unerwünschte Materialschan-
nungen im Entladungsgefäß entstehen und/oder die Elektrode kann sich durchbiegen.
Im übrigen sind die vorgenannten Merkmale dieser Varianten in ihren vorteilhaften
20 Wirkungen nicht auf die erfindungsgemäße Betriebsweise beschränkt, sondern eig-
nen sich prinzipiell für alle Lampen ähnlichen Typs.

Fig. 2a zeigt den Querschnitt der Entladungslampe aus Fig. 1. Die Innenelektrode 3
ist zentrisch angeordnet, wobei auf der Außenwandung des Entladungsgefäßes 2
25 zwei Elektroden 4a,b, symmetrisch auf dem Umfang der Außenwandung verteilt, an-
geordnet sind.

Der prinzipielle Aufbau der erforderlichen Spannungsversorgung zum erfindungs-
gemäßen Betrieb der Entladungslampe 1 ist ebenfalls in Fig. 1 schematisch darge-
stellt. Der Impulszug, d.h. die Form und Dauer der Spannungspulse und die Dauer
30 der Totzeiten werden in einem Impulsgenerator 10 erzeugt und durch einen nach-
folgenden Leistungsverstärker 11 verstärkt. Der Impulszug ist schematisch so darge-
stellt, wie er an der Innenelektrode 3 anliegt. Ein Hochspannungstransformator 12
transformiert das Signal des Leistungsverstärkers 11 auf die erforderliche Hochspan-
nung. Die Lampe wird mit gepulster Gleichspannung betrieben. Es handelt sich um
35 negative Rechteckpulse gemäß Fig. 3a. Sie besitzen folgende Parameter: Pulszeit

- 15 -

$T_p = 2 \mu s$, Totzeit $T_0 = 25 \mu s$, Spannungsamplitude U_p während T_p : -3 kV und Spannungsamplitude U_0 während T_0 : 0 V.

Die Innenwand des Entladungsgefäßes ist zusätzlich mit einer Leuchtstoffschicht 6 beschichtet. Die in diesem Ausführungsbeispiel von der Entladung bevorzugt emittierte UV-Strahlung wird damit in den sichtbaren Bereich des optischen Spektrums konvertiert, so daß die Lampe insbesondere für Beleuchtungszwecke geeignet ist. Es handelt sich dabei um einen Dreibandlenkstoff mit folgenden Komponenten: die Blaukomponente ist $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$, die Grünkomponente ist $Y_2SiO_5:Tb$ und die Rotkomponente ist $Y_2O_3:Eu^{3+}$. Damit wird eine Lichtausbeute von 37 lm/W erzielt. Als Farbwiedergabeeigenschaft konnte bei einer Farbtemperatur von 4000 K ein $R_a > 80$ erreicht werden. Die mit Hilfe des Leuchtstoffs ermittelte VUV-Ausbeute beträgt ca. 65 %. Einige weitere Füllungsbeispiele und Betriebsdaten dieser Lampe sind aus folgender Tabelle ersichtlich. Darin bezeichnen p den Gasdruck, U_p den Maximalwert des Spannungspulses, u_p den Maximalwert des Spannungspulses bezogen auf die Schlagweite (1,2 cm) sowie den Druck und η_{VUV} bezeichnet die erzielte VUV-Ausbeute. Die eingekoppelte elektrische Leistung betrug jeweils 18 W, die Pulsdauer T_p (Zeitdauer zwischen Anstieg und Abfall auf jeweils 10 % des Maximalwerts) ca. $1,5 \mu s$ (bei einer Halbwertsbreite von $1 \mu s$) und die Totzeit T_0 ca. $27 \mu s$.

Tabelle:

$p(Xe)$ in hPa	$p(Ne)$ in hPa	U_p in kV	u_p in V/cm Pa	η_{VUV} in %
100	-	2,41	0,200	55
133	-	2,39	0,150	60
200	-	2,95	0,123	65
200	733	3,50	0,031	60

25

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 2b. Die Innenelektrode 3' ist azentrisch in der Nähe der Innenwandung und parallel zur Längsachse des zylinderförmigen Entladungsgefäßes 2 angeordnet, wobei die Außenelektrode 4' diametral gegenüberliegend auf der Außenwandung fixiert ist. Diese Anordnung ist besonders vorteilhaft bei zylinderförmigen Entladungsgefäßen mit kleinem Querschnitt, da sich einerseits die Entladung diametral innerhalb des Entladungsgefäßes erstreckt und andererseits die Außenwandung nur mit einem Leitbleistrifen als Außenelektrode bedeckt ist, d.h.

30

die abstrahlende Fläche nicht wie in Fig. 2a durch eine zweite Außenelektrode weiter verringert wird.

5 In einem weiteren Ausführungsbeispiel in Fig. 2c ist wie in Fig. 2a die Innenelektrode 3 zentrisch innerhalb des Entladungsgefäßes 2 angeordnet. Symmetrisch auf dem Umfang der Außenwand des Entladungsgefäßes 2 verteilt sind vier Außenelektroden 4'a, 4'b, 4'd, 4'e angebracht, so daß sich diese Konfiguration insbesondere für Entladungsgefäße mit großem Querschnitt und damit großer Mantelfläche eignet. Dadurch brennt die Entladung nicht nur in einer ersten Ebene wie in Fig. 2a bzw.
10 Fig. 2b, sondern noch in einer weiteren zweiten Ebene, wodurch das Volumen des Entladungsgefäßes 2 noch besser zur Strahlungserzeugung ausgenutzt wird, als dies in den Ausführungsbeispielen von Fig. 2a und Fig. 2b der Fall ist.

15 In einer weiteren Ausführungsform weist die Innenwand der Stablampe aus Figur 1 statt der Leuchtstoffbeschichtung 6 eine UV- bzw. VUV-Strahlung reflektierende Beschichtung - z.B. aus MgF_2 , Al_2O_3 oder CaF_2 - auf, wobei lediglich ein schmaler, bevorzugt zur Lampenachse paralleler Streifen der Innenwand unbeschichtet ist. Die Außenelektroden sind so angeordnet, daß die UV- bzw. VUV-Strahlung ungehindert durch diesen Streifen hindurch emittieren kann. Diese Ausführungsform eignet sich besonders gut zur effizienten VUV-Bestrahlung von ausgedehnten Objekten, beispielsweise zum Belichten in der Lithographie. In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist die Innenelektrode durch eine zweite Außenelektrode ersetzt. Dadurch kann die UV- bzw. VUV-Strahlung ungehindert an der Beschichtung reflektiert und durch den streifenförmigen transparenten Bereich hindurch nach
20 Außen emittiert werden.
25

In Fig. 3a ist schematisch eine für die einseitig dielektrisch behinderte Entladung erfindungsgemäß bevorzugte Pulsform der Spannung zwischen Innenelektrode (Kathode) und Außenelektrode (Anode) gezeigt. Die Spannungsform kann von der
30 Form des Ausführungsbeispiels in Fig. 3a abweichen, solange die Spannungspulse an der Innenelektrode mit negativer Vorzeichen beginnen und durch Totzeiten getrennt sind.

35 In Fig. 3b ist schematisch eine Pulsform gezeigt, deren Polarität von Puls zu Puls wechselt. Sie ist nur für die zweiseitig dielektrisch behinderte Entladung geeignet, wobei der erste Puls mit beliebiger Polarität beginnen kann.

In Fig. 4a ist die Draufsicht und in Fig. 4b der Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer einseitig dielektrisch behinderten Entladungslampe gezeigt, die nach dem neuen Verfahren betrieben werden kann. Es handelt sich um einen Flächenstrahler, der eine obere Abstrahlfläche 7a und eine dazu parallele untere Abstrahlfläche 7b besitzt, zu der die Innenelektroden 3 und die Außenelektroden 4 senkrecht orientiert sind und abwechselnd so angeordnet sind, daß eine Vielzahl paralleler Entladungskammern 8 entstehen. Jeweils benachbarte Außen- und Innenelektroden sind durch eine dielektrische Schicht und eine gasgefüllte Entladungskammer 8, benachbarte Innenelektroden nur durch eine dielektrische Schicht getrennt. Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren gestattet dabei die elektrische Speisung mehrerer parallel geschalteter Entladungskammern 8 mit nur einer einzigen Spannungsversorgung 13. Die Innenwand des Entladungsgefäßes ist mit einer Leuchtstoffschicht 6 beschichtet. Der Flächenstrahler ist ebenso durch Zusammenfügen von zweiseitig dielektrisch behinderten Entladungskammern realisierbar.

In Fig. 5a ist die Seitenansicht und in Fig. 5b der Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer Entladungslampe gezeigt. Sie ähnelt in ihrer äußeren Form konventionellen Lampen mit Edison-Sockel 9 und kann nach dem neuen Verfahren betrieben werden. Innerhalb des Entladungsgefäßes 2 ist eine längliche Innenelektrode 3 zentrisch angeordnet, deren Querschnitt der Form eines symmetrischen Kreuzes entspricht. Auf der Außenwandung des Entladungsgefäßes 2 sind vier Außenelektroden 4'a, 4'b, 4'd, 4'e so angebracht, daß sie den vier Längsseiten der Innenelektrode 3 gegenüberstehen und die Entladungsstrukturen somit im wesentlichen in zwei Ebenen brennen, die senkrecht aufeinander stehen und sich in der Lampenlängsachse schneiden.

In einer weiteren bevorzugten Variante der obigen Ausführungsform besteht die Innenelektrode aus einem Edelstahlstab mit kreisförmigem Querschnitt und einem Durchmesser von 2 mm. Er ist zentrisch axial innerhalb eines kreiszylinderförmigen Entladungsgefäßes aus 0,7 mm dickem Glas angeordnet. Das Entladungsgefäß weist einen Durchmesser von ca. 50 mm und am sockelfernen Ende eine Pumpspitze auf, in der das sockelferne Ende der Innenelektrode geführt ist. Das Innere des Entladungsgefäßes ist mit Xenon bei einem Druck von 173 hPa gefüllt. Die Außenelektroden sind durch zwölf 1 mm breite und 8 cm lange Leitsilberstreifen realisiert, die achsparallel und gleichmäßig verteilt auf der Außenwand des Entladungsgefäßes an-

geordnet sind. Die Außenelektroden sind im Bereich des Sockels miteinander elektrisch leitend verbunden, mittels eines ringförmig auf die Außenwand angebrachten Leitsilberstreifens. Die Innenwand des Entladungsgefäßes ist mit einer Leuchtstoffschicht 6 beschichtet. Es handelt sich dabei um einen Dreibandlenleuchtstoff mit der Blaukomponente $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, der Grünkomponente $\text{LaPO}_4:(\text{Tb}^{3+}, \text{Ce}^{3+})$ und der Rotkomponente $(\text{Gd},\text{Y})\text{BO}_3:\text{Eu}^{3+}$. Damit wird eine Lichtausbeute von 40 lm/W erzielt. Die Farbtemperatur beträgt 4000 K und der Farbtort gemäß der Farbnormtafel nach CIE hat die Koordinaten $x=0,38$ und $y=0,377$. Die Zeitverläufe von Spannung $U(t)$, Strom $I(t)$ und Leistung $P(t) = U(t) \cdot I(t)$ sind aus Figur 7 und - in geändertem Zeitmaßstab - aus Figur 8 zu ersehen. Der Maximalwert der Spannung der Innenelektrode bezüglich der Außenelektroden beträgt ca. -4 kV. Die Pulsdauer (Zeitdauer bei halbem Maximalwert) und die Totzeit betragen ca. 1,2 μs bzw. ca. 37,5 μs . In Figur 8 sind außerdem vor dem zweiten Hauptpuls des Spannungsverlaufs $U(t)$ deutlich vier Vorpulse kleinerer Amplitude erkennbar. Wie den entsprechenden Verläufen von Strom $I(t)$ und Leistung $P(t)$ zu entnehmen ist, fließt während dieser Vorpulse kein Strom und folglich wird auch keine elektrische Leistung in das Gas eingekoppelt. Daher sind derartige Vorpulse für die erfindungsgemäße Betriebsweise unschädlich. Bei einer Pulsfrequenz von 25 kHz wird eine VUV-Ausbeute von ca. 65 % erzielt.

20

In einer weiteren Variante obiger Ausführungsform besteht das Entladungsgefäß aus für UV- bzw. VUV-Strahlung transparentem Material, beispielsweise SUPRASIL®-Quarzglas (Fa. Heraeus Quarzschmelze GmbH). Sie eignet sich als VUV-Strahler, z.B. in der Photochemie. In einer weiteren Variante ist die Innenelektrode mit Glas überzogen. Dies ist insbesondere bei Verwendung von aggressiven Medien, z.B. Edelhälogaleniden vorteilhaft, da auf diese Weise eine Korrosion der Innenelektrode verhindert wird.

25

Die Figuren 9a,b zeigen fotografische Darstellungen mit unipolaren Spannungspulsen erzeugter erfindungsgemäßer Entladungsstrukturen. Bei Figur 9a handelt es sich um eine zweiseitig dielektrisch behinderte Entladung. Ein kreiszylindrisches rohrförmiges Entladungsgefäß aus Glas ist auf seiner Außenwandung mit zwei diametral gegenüberliegenden axial angeordneten streifenförmigen Außenelektroden versehen. Innerhalb des Entladungsgefäßes und in der Verbindungsebene der beiden Außenelektroden sind die grünlichen Δ -ähnlichen Entladungsstrukturen in einer Reihe angeordnet. Die schmalen Fußpunkte der Δ -ähnlichen Entladungsstrukturen

30

35

beginnen jeweils an der kathodenseitigen Innenwandung und verbreitern sich bis zur anodenseitigen Innenwandung des Entladungsgefäßes. Bei Figur 9b handelt es sich um eine einseitig dielektrisch behinderte Entladung. Die Entladungsanordnung unterscheidet sich von jener in Figur 9a lediglich durch eine zusätzliche, metallische stabförmige Innenelektrode. Sie wirkt als Kathode und ist zentrisch axial innerhalb des Entladungsgefäßes angeordnet ist. Von der Oberfläche der Innenelektrode aus verbreitern sich die einzelnen Δ -ähnlichen Entladungsstrukturen zu jeweils einer der beiden Außenelektroden hin. Insbesondere in Figur 9b ist deutlich zu erkennen, daß diese Strukturen im wesentlichen gleichmäßig diffus leuchten. Lediglich an ihren schmalen kathodenseitigen Endpunkten weisen sie jeweils einen prozentual sehr kleinen etwas heller leuchtenden Bereich auf. Außerdem ist die hohe Gleichförmigkeit bemerkenswert, sowohl was den Abstand der einzelnen Strukturen voneinander als auch die Gestalt und die Leuchtdichteverteilung der einzelnen Strukturen im Vergleich untereinander betrifft.

Diese Vielzahl gleichartiger Strukturen steht im augenfälligen Kontrast zu den fotografischen Darstellungen in den Figuren 10a-d. Sie zeigen in dieser Reihenfolge den allmählichen Übergang zu unerwünschten Entladungsstrukturen. In Figur 10a - die Entladungsanordnung entspricht der in Figur 9b - sind noch einige erfindungsgemäße Δ -ähnliche Entladungsstrukturen zu erkennen. Im linken unteren Bereich der Darstellung der Entladungsanordnung hat sich bereits eine Struktur ausgebildet, die einem Y ähnelt. Im oberen Bereich der Darstellung - etwas links der Bildmitte - hat sich bereits eine fadenähnliche helleuchtende Struktur auf Kosten einiger ursprünglich rechts benachbarter Δ -ähnlicher Entladungsstrukturen ausgebildet. Die erhöhte Leuchtdichte an der Innenwandung des Entladungsgefäßes deutet auf eine Gleitentladung in diesem Bereich hin. Der in Figur 10b gezeigte Entladungsbereich weist gegenüber Figur 10a einen nochmals verminderten UV-Wirkungsgrad auf. Die Anzahl der ursprünglich in diesem Bereich vorhandenen Strukturen hat sich weiter verringert. In den Figuren 10c und 10d handelt es sich um eine zweiseitig (die Entladungsanordnung entspricht der in Figur 9a) bzw. einseitig dielektrisch behinderte Entladung. In beiden Fällen ist nur noch eine fadenähnliche Struktur zu sehen. Im Bereich der Anode sind jeweils zwei streifenförmige Gleitentladungen auf der Innenwandung des Entladungsgefäßes zu erkennen. Diese münden Y-artig in eine helleuchtende bogenartige Struktur. Diese teilt sich auf der gegenüberliegenden kathodenseitigen Innenwandung wieder in zwei ähnliche streifenartige Gleitent-

ladungen (Figur 10c) bzw. endet - im einseitig dielektrisch behinderten Fall - auf der Kathode.

Die Erfindung ist nicht auf die angegebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere können einzelne Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer inkohärent emittierenden Strahlungsquelle, insbesondere einer Entladungslampe (1), mittels dielektrisch behinderter Entladung, wobei ein zumindest teilweise transparentes Entladungsgefäß (2) aus elektrisch nichtleitendem Material mit einer Gasfüllung (5) gefüllt ist, wobei
5 mindestens zwei Elektroden (3,4) in der Nähe der Gasfüllung (5) angebracht und mittels Zuleitungen mit einer elektrischen Energieversorgung (10-12) verbunden sind und wobei zwischen mindestens einer Elektrode (4) und der Gasfüllung (5) eine dielektrische Schicht angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energieversorgung zwischen den Elektroden (3,4) eine Folge von Spannungspulsen liefert, wobei der einzelne Puls n durch einen Zeitverlauf der Spannung $U_{Pn}(t)$ und Dauer T_{Pn} mit Werten in der Größenordnung von ca. 1 ns bis 50 μ s charakterisiert ist und jeweils der Puls n von seinem Nachfolger n+1 durch eine Totzeit der Dauer T_{0n} mit Werten in der Größenordnung von ca. 500 ns bis 1 ms und dem Spannungsverlauf $U_{0n}(t)$ getrennt ist, wobei während
10 der Dauern T_{Pn} die Spannungsverläufe $U_{Pn}(t)$ so gewählt werden, daß während T_{Pn} in die Gasfüllung (5) vornehmlich elektrische Wirkleistung eingekoppelt wird, wohingegen während der Totzeiten T_{0n} die Spannungsverläufe $U_{0n}(t)$ so gewählt werden, daß die Gasfüllung (5) in einen Zustand zurückkehren kann, der dem Zustand vor dem jeweils vorherigen Spannungspuls $U_{Pn}(t)$ ähnelt, wobei die Größen $U_{Pn}(t)$, T_{Pn} , $U_{0n}(t)$, T_{0n} so aufeinander abgestimmt sind, daß
20 zwischen den Elektroden (3,4) Entladungsstrukturen vergleichsweise niedriger Stromdichten entstehen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsverläufe $U_{Pn}(t)$ unipolar sind und daß die Entladung im unipolaren Fall einzelne Δ -ähnliche Strukturen ausbildet und sich bei wechselnder Polarität einer zweiseitig dielektrisch behinderten Entladung dementsprechend jeweils eine spiegelbildliche Überlagerung zweier derartiger Strukturen ergibt, die einem Σ ähnelt, wobei sich die Abstände dieser einzelnen Strukturen auch derartig verringern
30 können, daß im Grenzfall die gesamte Entladungsebene in einer Art "Vorhang"-ähnlicher Struktur abstrahlt.
3. Verfahren nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauern T_{0n} so gewählt werden, daß der zeitliche Mittel-

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während der Dauern T_{Pn} für die Spannungsverläufe $U_{Pn}(t)$ zwischen den Elektroden (3,4) Werte gewählt werden, die auf die Wiederzündspannung der Entladung abgestimmt sind.
5
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsverläufe $U_{Pn}(t)$ und $U_{On}(t)$ sowie die Dauern T_{Pn} und T_{On} auf den Fülldruck, die Art der Füllung, die Schlagweite, die Dielektrika und die Elektrodenkonfiguration abgestimmt sind.
10
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsverläufe $U_{Pn}(t)$ aus einer oder mehrerer der folgenden Grundformen direkt oder näherungsweise zusammengesetzt sind: dreieckförmig, rechteckförmig, trapezförmig, stufenförmig, bogenförmig, parabelförmig, sinusförmig und weiteren.
15
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß während der Dauern T_{Pn} Maximalwerte für die Spannungspulse $U_{Pn}(t)$ zwischen den Elektroden (3,4) gewählt werden, die mindestens der Wiederzündspannung entsprechen, zuzüglich dem durch das Dielektrikum verursachten Spannungsabfall.
20
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Maximalwerte der Spannungspulse im Bereich zwischen 0,01 und 2 V pro cm Schlagweite und Pascal Fülldruck liegt.
25
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbildung von Entladungsstrukturen vergleichsweise niedriger Stromdichten unterstützt wird durch ausreichende Dicken der dielektrischen Schichten und geeignet niedrige relative Dielektrizitätskonstanten.
30
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsverlauf periodisch ist.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest bei einer Elektrode die dielektrische Schicht durch die Wand des Entladungsgefäßes (2) gebildet ist.
35

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der mit dem Dielektrikum in Kontakt stehenden Elektrodenfläche zum Umfang dieser Elektrodenfläche möglichst klein ist.
- 5
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der einseitig dielektrisch behinderten Entladung die Spannungsverläufe $U_{Pn}(t)$ der dielektrisch unbehinderten Elektrode(n) (3) gemessen gegen die dielektrisch behinderte(n) (4) während der Leistungseinkopplung mit negativen Werten beginnen -
- 10 abgesehen von eventuellen positiven, in Hinblick auf die Wirkleistungseinkopplung unbedeutenden Spannungsspitzen.
14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der einseitig dielektrisch behinderten Entladung die Spannungsamplituden $U_{Pn}(t)$ der dielektrisch unbehinderten Elektrode(n) (3) gemessen gegen die dielektrisch behinderte(n) (4) während der Leistungseinkopplung ausschließlich negativ sind - abgesehen von eventuellen positiven, in Hinblick auf die Wirkleistungseinkopplung unbedeutenden Spannungsspitzen.
- 15
15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der Verwendung mehrerer dielektrisch behinderter Elektroden zwischen zweiseitig dielektrisch behinderten Elektroden unipolare oder bipolare Spannungspulse oder Spannungspulse mit wechselnder Polarität angelegt sind.
- 20
16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der Verwendung mehrerer dielektrisch behinderter Elektroden zwischen zweiseitig dielektrisch behinderten Elektroden bipolare Spannungspulse angelegt sind.
- 25
17. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der Verwendung einer oder mehrerer im Entladungsgefäß (2) angeordneter, insbesondere stabförmiger oder streifenförmiger Elektroden, diese zentrisch oder azentrisch angeordnet sind, wobei eine oder mehrere der Elektroden dielektrisch ummantelt sein können.
- 30
18. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, insbesondere der Ansprüche 1 oder 12 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der
- 35

-24-

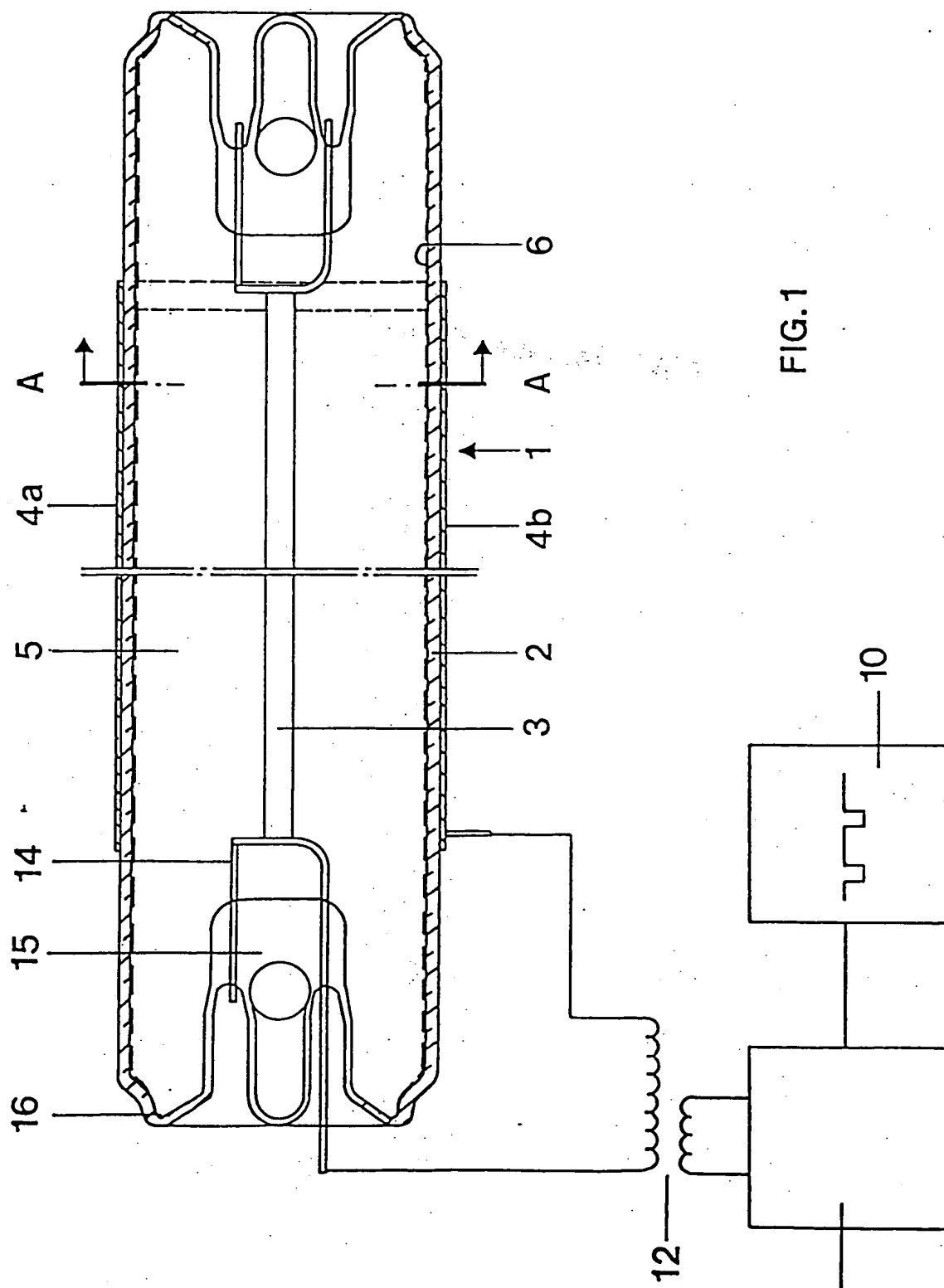
Verwendung einer oder mehrerer außerhalb des Entladungsgefäßes angeordneter Elektroden diese streifenförmig ausgebildet sind.

- 5 19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß (2) aus einem Rohr besteht, in dessen Längsachse eine Innenelektrode (3) angeordnet ist und auf dessen Außenwandung mindestens eine Außenelektrode (4) angebracht ist.
- 10 20. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß (2) eine flächige quaderförmige Struktur hat, die durch Seitenflächen und zwei Deckflächen (7a,7b) begrenzt wird, durch welche die Abstrahlung im wesentlichen erfolgt, wobei senkrecht zu den Deckflächen Innen- und Außenelektroden (3) bzw. (4) so angeordnet sind, daß eine Vielzahl paralleler Entladungskammern (8) entsteht, die in einer Ebene angeordnet sind, die parallel zur Abstrahlebene, d.h. den Deckflächen (7a,7b) der flächigen quaderförmigen Struktur ist, wobei die jeweils benachbarten Elektroden (3,4) mit unterschiedlichem elektrischen Potential durch eine gasgefüllte Entladungskammer (8) und eine dielektrische Schicht getrennt sind.
- 15 21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden durch dielektrische Schichten vom gasgefüllten Entladungsraum getrennt sind.
- 20 22. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß im wesentlichen zylinderförmig ist und an einem Ende mit einem Sockel (9) versehen ist, wobei sich innerhalb des Entladungsgefäßes eine, vorzugsweise einseitig fixierte, zentrische stabförmige Innenelektrode (3) befindet und auf der Außenwandung des Entladungsgefäßes mindestens eine streifenförmige Elektrode (4'a,4'b,4'd,4'e) angeordnet ist.
- 25 23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenelektrode (3) einen kreisförmigen Querschnitt besitzt.
- 30 24. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Gasraum begrenzenden Wände mindestens teilweise mit Leuchtstoff (6) beschichtet sind.
- 35

-25-

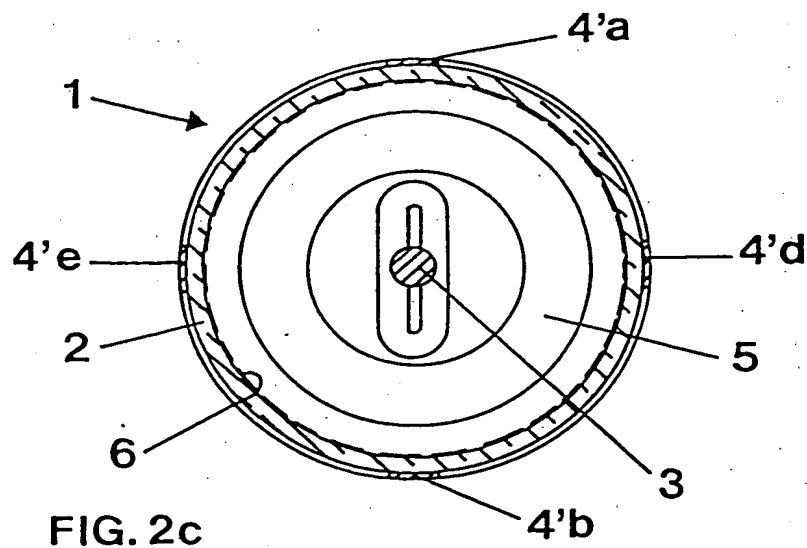
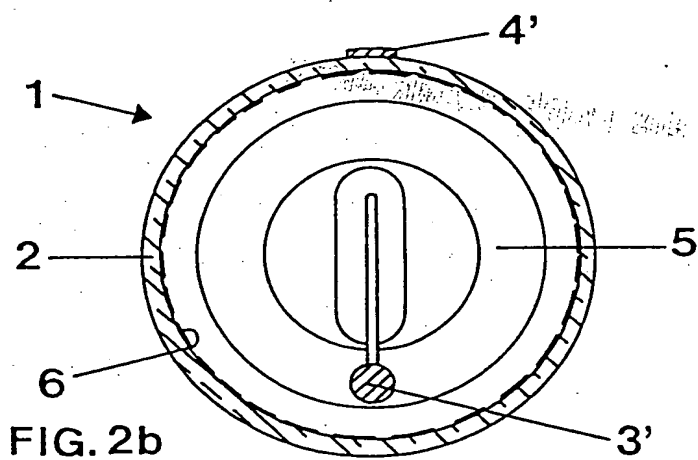
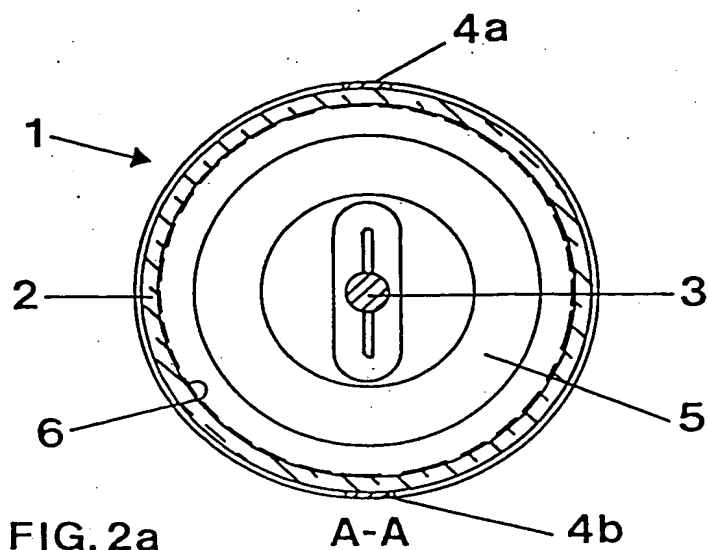
25. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebsdruck der Gasfüllung (5) im Bereich zwischen 100 Pa und 3 MPa beträgt, insbesondere mehr als ca. 1 kPa.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/11



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/11

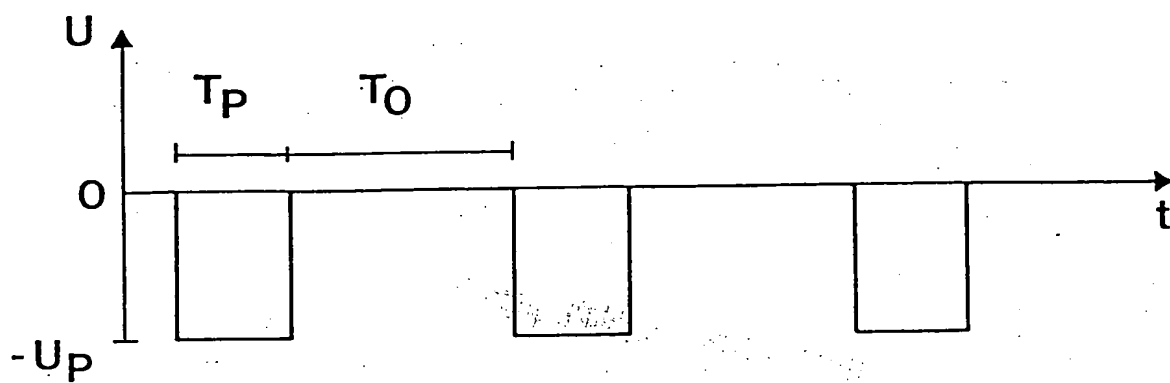


FIG. 3a

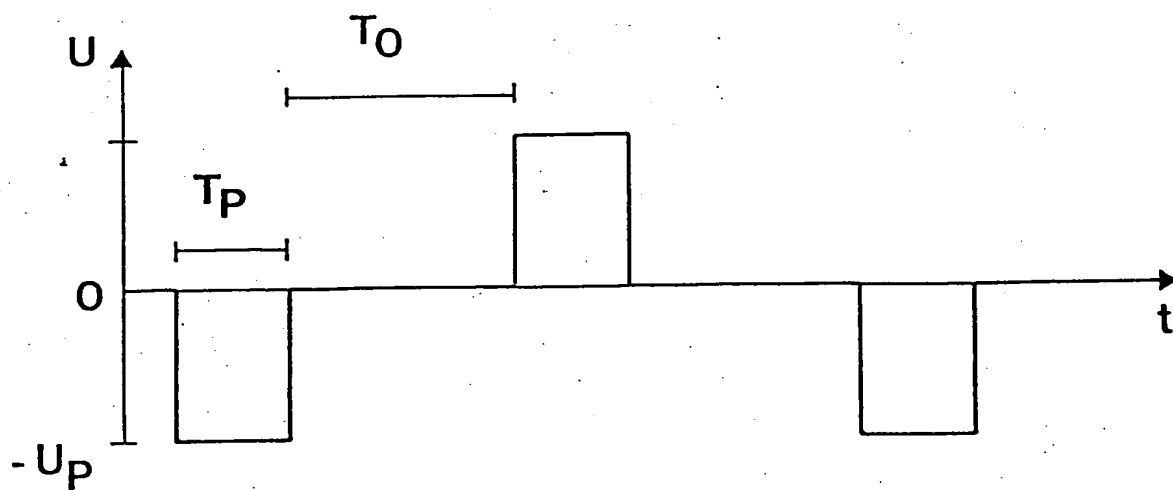


FIG. 3b

THIS PAGE BLANK (USPTO)

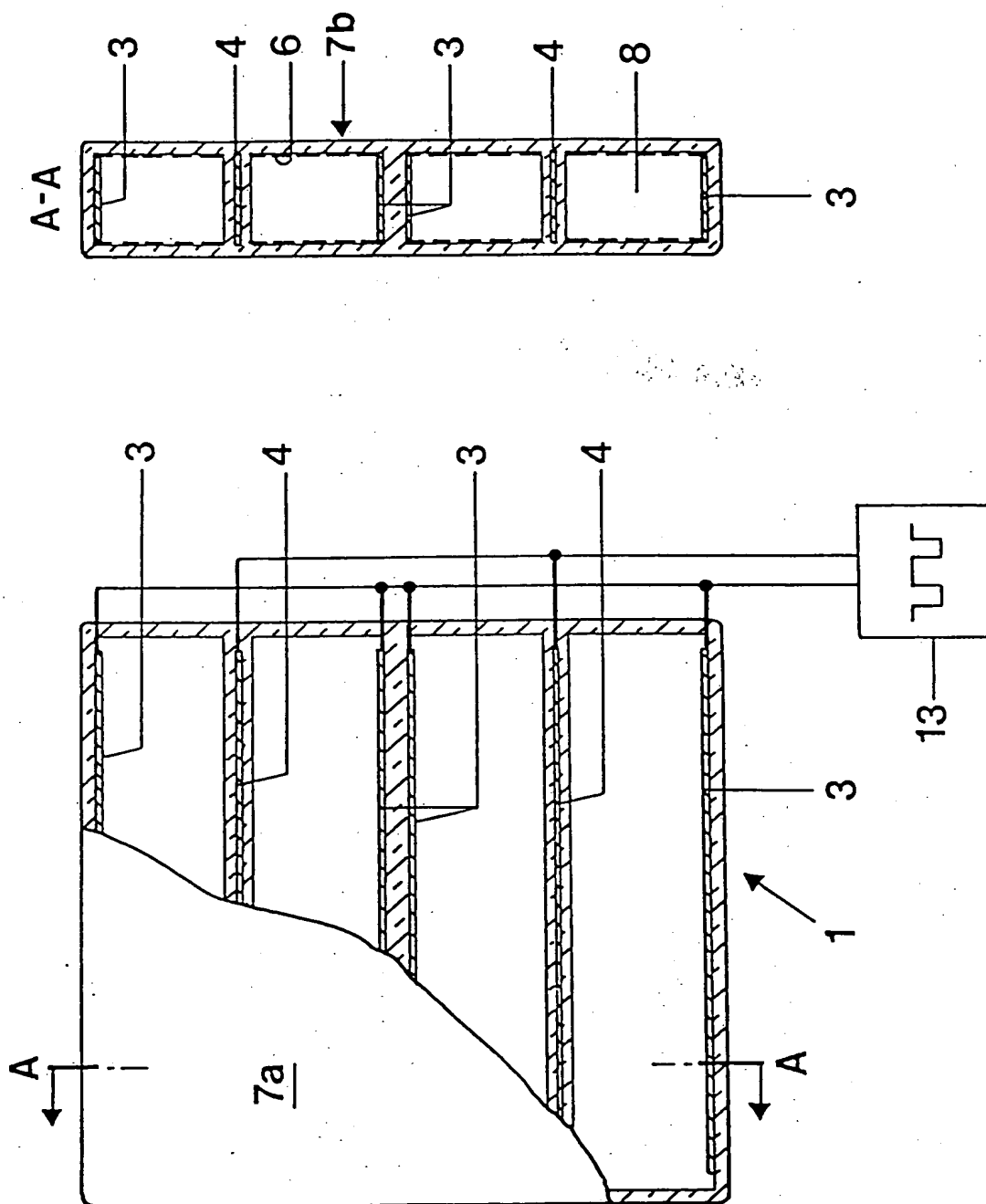


FIG. 4b

FIG. 4a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/11

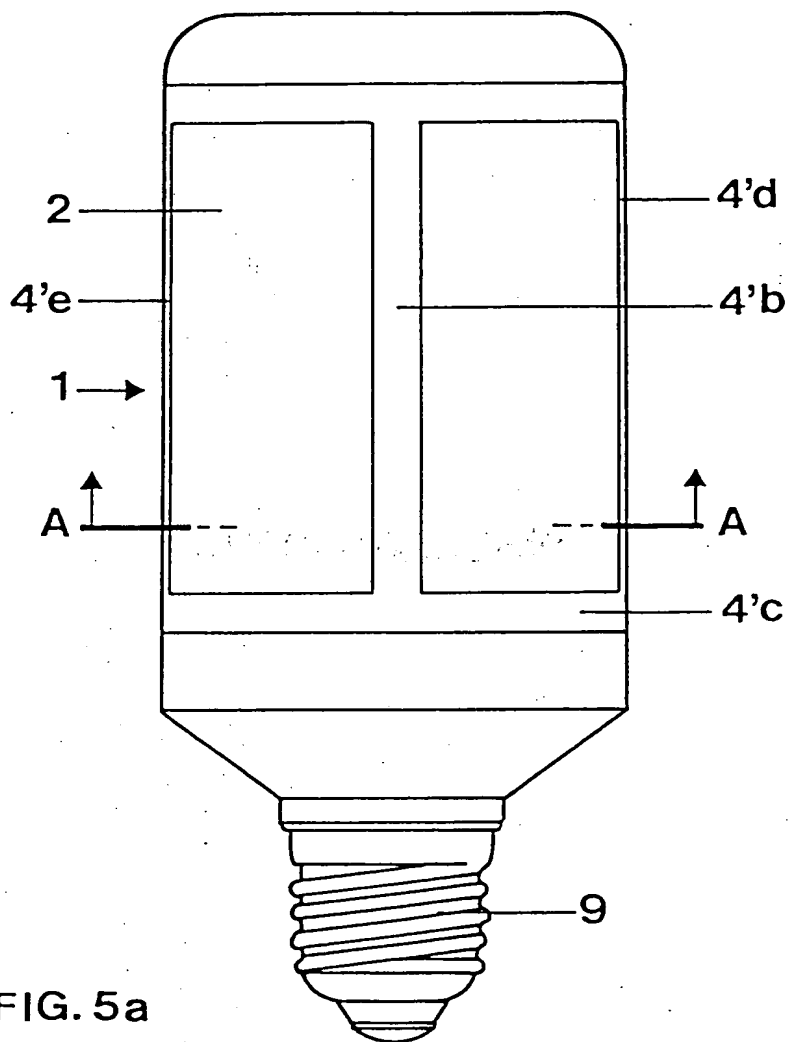
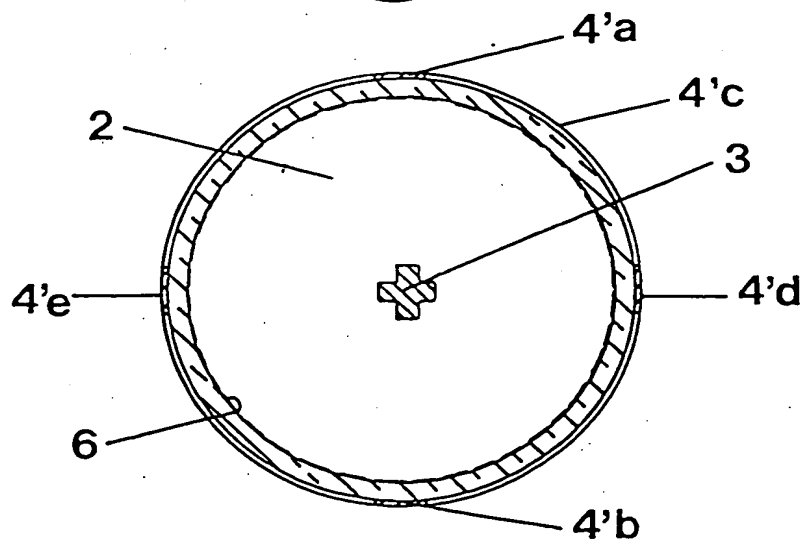
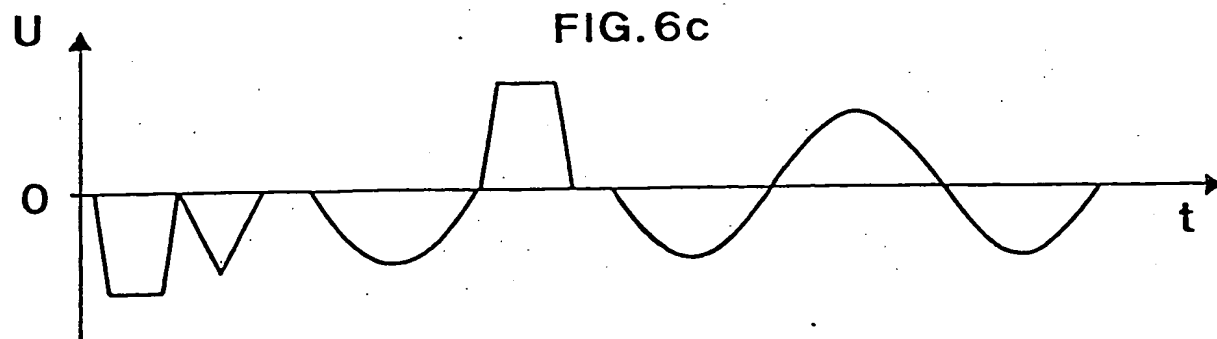
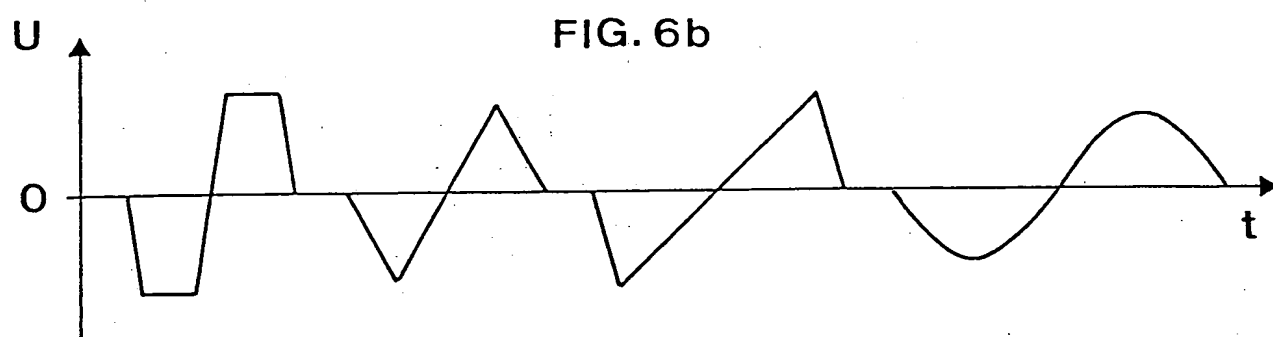
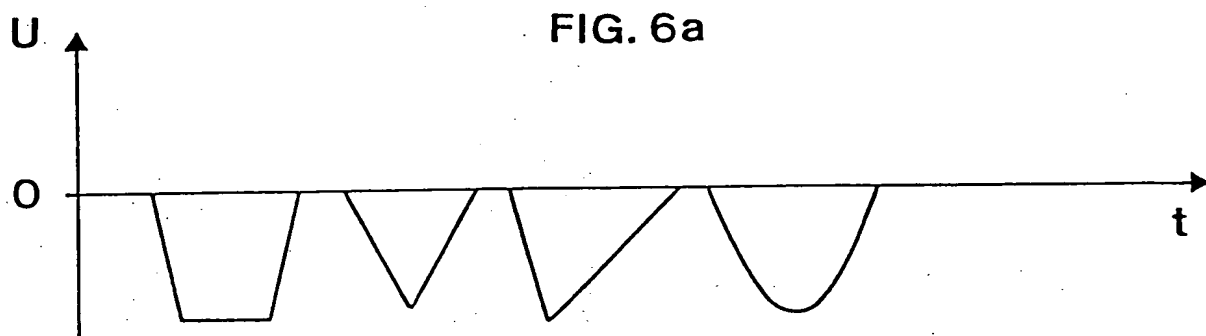


FIG. 5a



THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/11



THIS PAGE BLANK (USPTO)

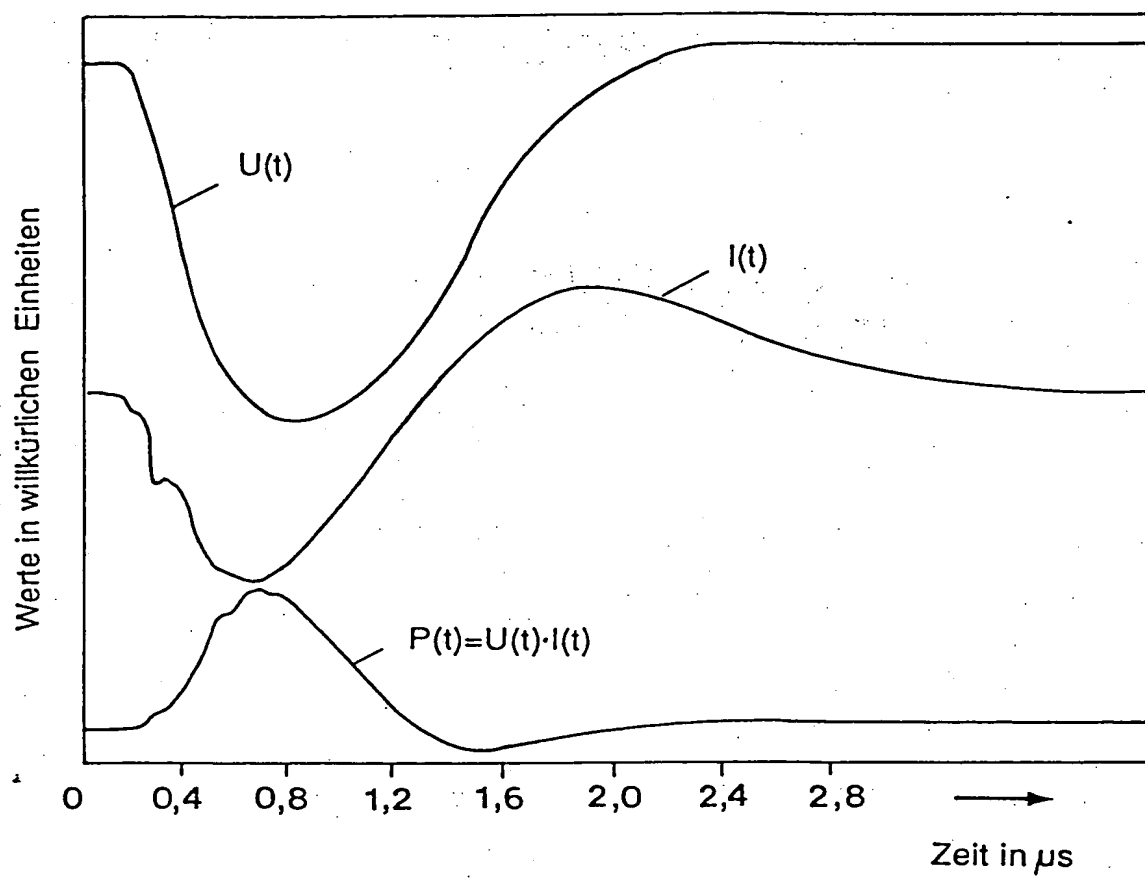


FIG. 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)

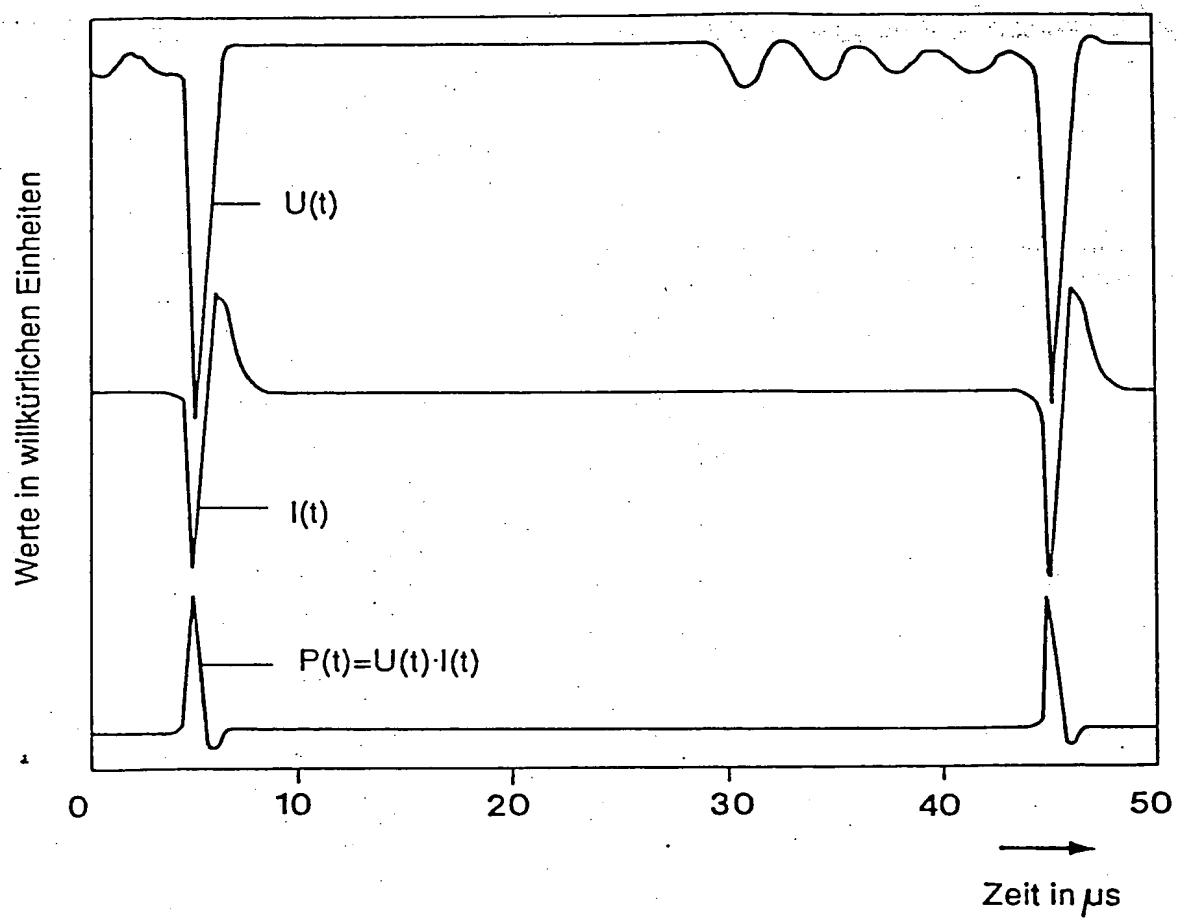


FIG. 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

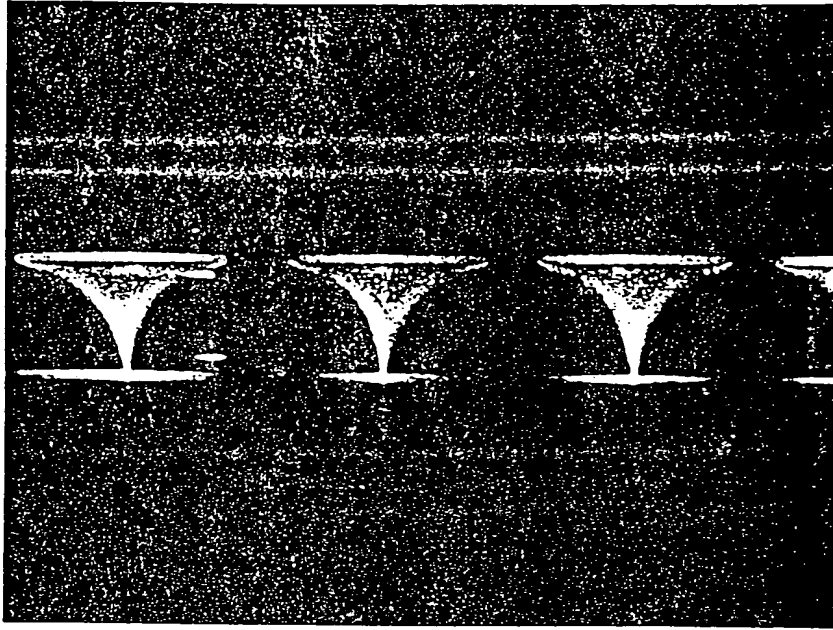


Fig. 9a

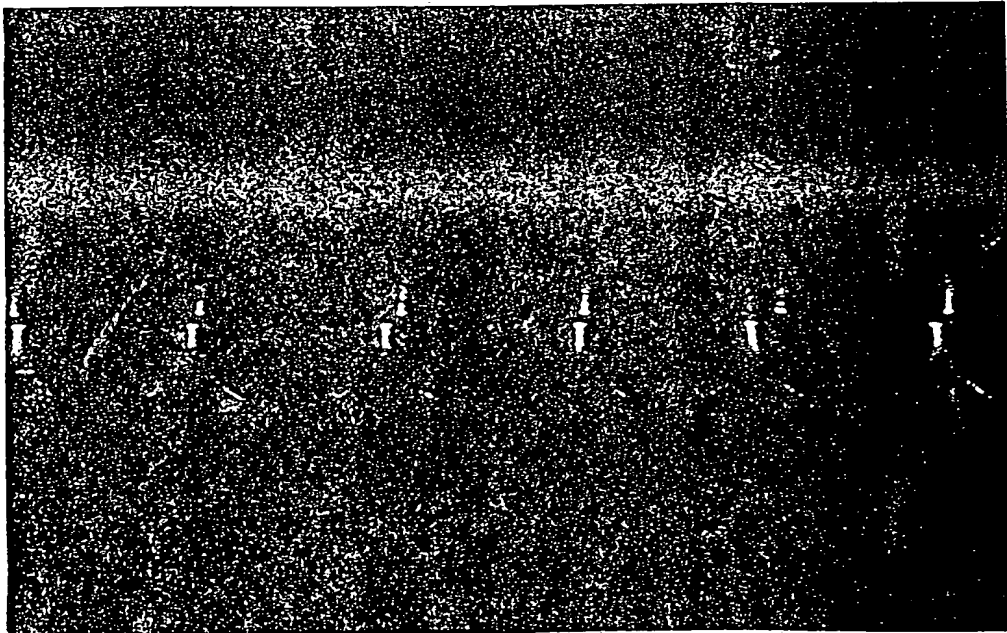


Fig. 9b

THIS PAGE BLANK (USPTO)

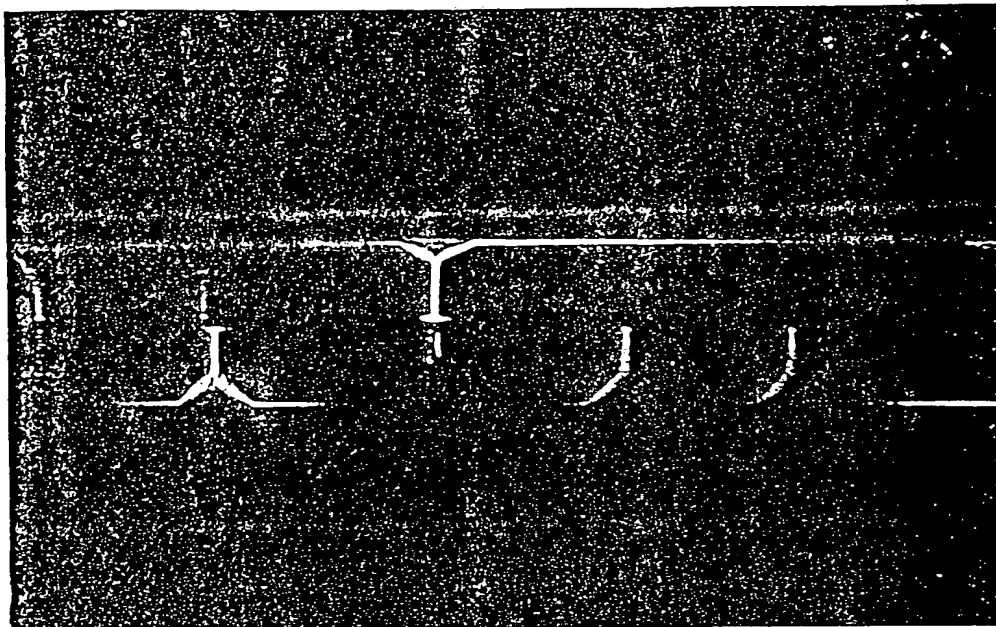


Fig. 10a

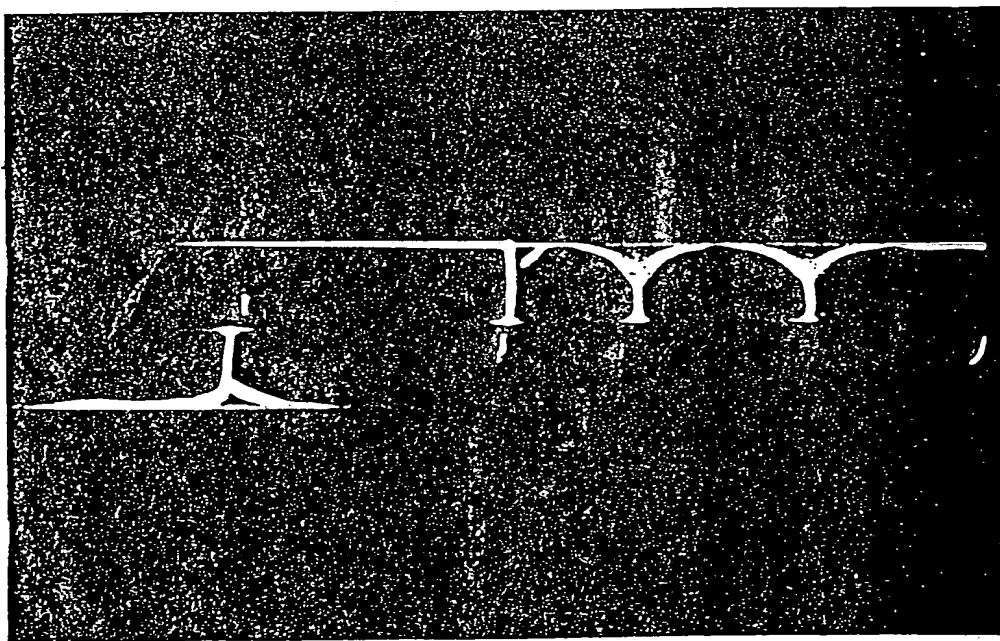


Fig. 10b

THIS PAGE BLANK (USPTO)

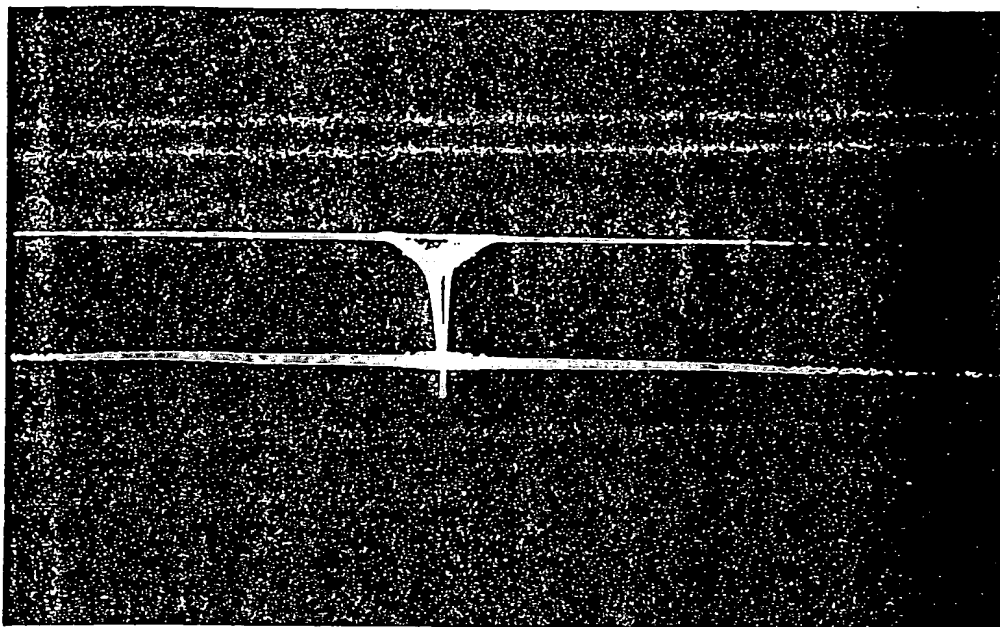


Fig. 10c

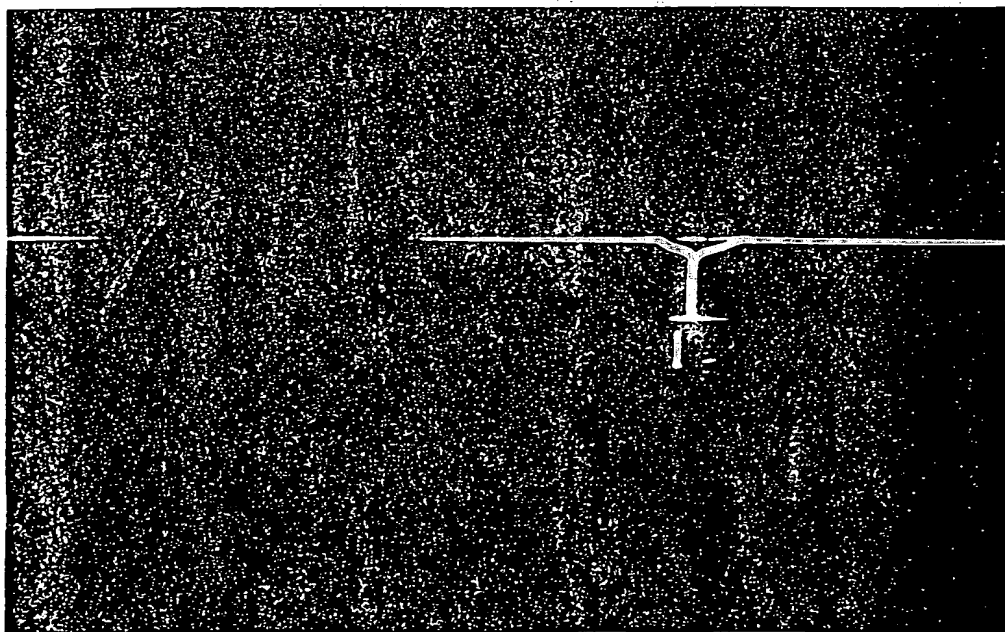


Fig. 10d

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten. Application No

PCT/DE 94/00380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 5 H01J65/00 H05B41/29

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 H01J H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 302 748 (CHOW) 8 February 1989 see column 8, line 34 - line 65 see column 15, line 18 - column 16, line 5; figures 4,5,33-35 ---	1-3,6, 10,11, 20,21,24
A	EP,A,0 131 965 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 23 January 1985 see page 6, line 25 - page 7, line 8 see page 12, line 19 - page 13, line 14; figures 3,8 ---	1
A	DE,A,42 03 594 (SAMSUNG ELECTRON DEVICES CO LTD) 8 October 1992 cited in the application see the whole document ---	1,17-19, 22-24
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *I* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 1994

Date of mailing of the international search report

24.06.94

Name and mailing address of the ISA

Authorized officer

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 94/00380

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 270 004 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 8 June 1988 see abstract; figures 1-3 ---	1
A	DE,A,42 09 763 (SCHMIDT) 24 December 1992 see column 3, line 37 - column 4, line 9; figure 6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern

Application No

PCT/DE 94/00380

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0302748	08-02-89	JP-A- 1043947	16-02-89
		JP-B- 6040480	25-05-94
		JP-A- 1043948	16-02-89
		JP-B- 6040481	25-05-94
		JP-A- 1043949	16-02-89
		JP-B- 6040482	25-05-94
		JP-A- 1045041	17-02-89
		AU-B- 607520	07-03-91
EP-A-0131965	23-01-85	JP-A- 60023995	06-02-85
		JP-A- 60023996	06-02-85
		JP-A- 60030093	15-02-85
		DE-A- 3475246	22-12-88
		US-A- 4583026	15-04-86
DE-A-4203594	08-10-92	NONE	
EP-A-0270004	08-06-88	JP-A- 63141256	13-06-88
		DE-A- 3782620	17-12-92
		US-A- 4887002	12-12-89
DE-A-4209763	24-12-92	NONE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inten Sales Aktenzeichen

PCT/DE 94/00380

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 5 H01J65/00 H05B41/29

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 5 H01J H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 302 748 (CHOW) 8. Februar 1989 siehe Spalte 8, Zeile 34 - Zeile 65 siehe Spalte 15, Zeile 18 - Spalte 16, Zeile 5; Abbildungen 4,5,33-35 ---	1-3,6, 10,11, 20,21,24
A	EP,A,0 131 965 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 23. Januar 1985 siehe Seite 6, Zeile 25 - Seite 7, Zeile 8 siehe Seite 12, Zeile 19 - Seite 13, Zeile 14; Abbildungen 3,8 ---	1
A	DE,A,42 03 594 (SAMSUNG ELECTRON DEVICES CO LTD) 8. Oktober 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument. ---	1,17-19, 22-24
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ -Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

I Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 1994

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24.06.94

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Internationales Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2

Bevollmächtigter Bediensteter

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 270 004 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 8. Juni 1988 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 ---	1
A	DE,A,42 09 763 (SCHMIDT) 24. Dezember 1992 siehe Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 4, Zeile 9; Abbildung 6 -----	1

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 94/00380

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0302748	08-02-89	JP-A- 1043947	16-02-89
		JP-B- 6040480	25-05-94
		JP-A- 1043948	16-02-89
		JP-B- 6040481	25-05-94
		JP-A- 1043949	16-02-89
		JP-B- 6040482	25-05-94
		JP-A- 1045041	17-02-89
		AU-B- 607520	07-03-91
EP-A-0131965	23-01-85	JP-A- 60023995	06-02-85
		JP-A- 60023996	06-02-85
		JP-A- 60030093	15-02-85
		DE-A- 3475246	22-12-88
		US-A- 4583026	15-04-86
DE-A-4203594	08-10-92	KEINE	
EP-A-0270004	08-06-88	JP-A- 63141256	13-06-88
		DE-A- 3782620	17-12-92
		US-A- 4887002	12-12-89
DE-A-4209763	24-12-92	KEINE	

UNITED STATES

THIS PAGE BLANK (USPTO)